

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Головня Вячеслав Дмитрович

УДК 378.147.016:004.8

**РОЗВИТОК КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ
СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО
КОНСТРУЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ У ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ
НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник
доктор педагогічних наук,
професор Райковська Г.О.

Житомир
2015

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ.....	12
1.1. Сучасний стан розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах	12
1.2. Геометричне моделювання як засіб розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у студентів	36
1.3. Науково-методичні аспекти САПР у професійній підготовці студентів вищих технічних навчальних закладів	49
Висновки до першого розділу	69
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ.....	72
2.1. Зміст і структура конструкторсько-технологічних здібностей студентів.....	72
2.2. Компоненти, критерії, рівні, показники сформованості та педагогічні умови розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.....	83
2.3. Технологія розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.....	102
Висновки до другого розділу	122
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ.....	125

3.1. Методика впровадження технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.....	125
3.2. Експериментальна перевірка технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.....	147
3.3. Рекомендації щодо розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерів.....	161
Висновки до третього розділу.....	172
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	174
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	179
ДОДАТКИ.....	204

ВСТУП

Наша система освіти в сучасних умовах, як і все суспільство в цілому, знаходиться у двоєдиному процесі подолання всього негативного, що було в минулому, та інтенсивного нарощування інтелектуального потенціалу.

Особливо актуальними завжди є питання виховання та навчання нового покоління. Сьогодні не можна обмежитися переданням лише елементів знань – потрібна ґрунтовна підготовка до життя і діяльності в умовах складної сучасної цивілізації.

Закони України «Про освіту» (2015 р.), «Про вищу освіту» (2015 р.), основні положення Національної доктрини розвитку освіти України (2002 р.), «Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» (2013 р.) та інші нормативно-правові акти розвитку вищої освіти України в контексті Болонського процесу відображають стратегічні завдання та вимоги до рівня професійної підготовки студентів.

Сучасні темпи розвитку технічних засобів у всіх сферах виробництва та обслуговування потребують постійного збільшення обсягу знань. А це у свою чергу вимагає, щоб освіта стала ширшою, кориснішою, більш практичною та фундаментальною, пов'язаною з професійною діяльністю майбутніх фахівців і сприяла набуттю ними навичок вирішення завдань, які висуває життя.

Розглядаючи ці вимоги з позиції розвитку конструкторсько-технологічних здібностей і з позиції змісту навчання графічних дисциплін, їх ролі та місця в освіті студента, стає очевидним те, що вони потребують суттєвої переоцінки та уточнення у зв'язку з появою нових інформаційних технологій, комп'ютерної графіки і систем автоматизованого проектування (САПР).

Використання широких можливостей комп'ютерної техніки дозволяє значно розширити коло інженерних (конструкторсько-технологічних) завдань. Якщо раніше методи геометричного моделювання відносили до зовнішніх форм виробу, то зараз, завдяки САПР, це можуть бути будь-які процеси, що відбуваються всередині них.

Уже недостатньо знати тільки закони побудови просторових форм на креслениках, потрібне розуміння алгоритмів і правил побудови їх у середовищі САПР і передання інформації щодо виробу в системі спеціалізованого програмного забезпечення. Важливим завданням навчання стає забезпечення гарантованого рівня знань, умінь і навичок студентів незалежно від напряму підготовки не тільки як користувачів САПР, але і як спеціалістів у сфері конструювання деталей машин і вузлів, а також технології їх виготовлення, тобто розвитку в них конструкторсько-технологічних здібностей.

Проблемам реформування вищої освіти та перспективам її подальшого розвитку присвячено дослідження багатьох учених, зокрема: В. Андрущенко, Ю. Жука, Л. Зязюн, П. Кралюк, О. Навроцького, Н. Пасічника, В. Суханцевої та ін. Питання використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у вищій технічній освіті розглядають: О. Басков, Н. Голівер, М. Козяр, С. Марченко, Н. Поліщук, Г. Райковська, С. Хазіна, М. Юсупова та ін. Проблеми професійної підготовки майбутніх фахівців висвітлено в роботах С. Батишева, В. Безрукова, О. Дубинчук, М. Махмутова та ін. Основні методичні аспекти викладання нарисної геометрії висвітлено в працях вітчизняних (Г. Гаврищак, О. Джеджула, В. Михайленко) та зарубіжних дослідників (О. Кузьменко, С. Грачова, Н. Armstrong, С. Rankowski, С. Reffold). Проблемам розвитку проектно-конструкторських і технологічних здібностей присвячено роботи О. Єрцкіної, М. Романкової, С. Осипової. Питання інноваційності вищої освіти у своїх працях розглядають І. Височин, І. Гребенюк, О. Колесова та ін. Сутність методологічних підходів висвітлено у дослідженнях В. Абрамова, В. Аратюнова, З. Зеєра, І. Зязюна та ін. Методику проектування навчального інформаційного середовища висвітлено в працях таких науковців: В. Биков, М. Козяр, В. Мадзігон, Г. Райковська та ін. Проблеми реалізації компетентнісного підходу у освіті розглянуто в працях В. Байденка, І. Беха, Н. Бібик, А. Вербицького, І. Зимньої, В. Краєвського, В. Лугового, О. Пометун, О. Савченко та ін.

Проте, незважаючи на вагомі наукові результати цих досліджень, поза увагою залишилася проблема розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів, яка потребує використання нових підходів до її вирішення.

Дослідження сучасної теорії та практики формування професійної компетентності студентів у вищих технічних навчальних закладах (ВТНЗ) дозволило виявити низку *суперечностей* між:

- високими вимогами сучасного суспільства щодо якісної підготовки інженерно-технічних фахівців і наявним рівнем сформованості конструкторсько-технологічних здібностей випускників у світлі положень Болонського процесу;
- потенційними можливостями загальноінженерних дисциплін і недостатнім реальним внеском їх у розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів засобами САПР у вітчизняних ВТНЗ;
- доцільністю запровадження сучасних змісту, форм і методів розвитку конструкторсько-технологічних здібностей бакалаврів і недостатністю науково-методичного забезпечення цього процесу у ВТНЗ.

Актуальність зазначеної проблеми, недостатня її розробленість у педагогічній теорії та практиці, наявність суперечностей у професійній підготовці студентів зумовили вибір теми дослідження: **«Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах».**

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводили відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри загальноінженерних дисциплін Житомирського державного технологічного університету «Теоретичні та методичні основи забезпечення підготовки комп'ютерного моделювання в освітньому закладі» (РК № 0114U005416) і кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування «Оптимізація навчального процесу при вивченні інженерних графічних дисциплін» (РК № 0111U002192).

Тему дисертаційного дослідження затверджено на засіданні вченої ради Житомирського державного технологічного університету (протокол № 8 від

28.02.2011 року) та погоджено Міжвідомчою радою з координації наукових досліджень із педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 5 від 28.05.2013 року).

Об'єкт дослідження – процес розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ.

Предмет дослідження – технологія розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у ВТНЗ.

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у ВТНЗ.

Відповідно до поставленої мети визначено **завдання**:

1. Проаналізувати стан досліджуваної проблеми в педагогічній теорії та практиці, визначити науково-методичні аспекти САПР у професійній освіті.
2. Охарактеризувати зміст і структуру конструкторсько-технологічних здібностей студентів, вибудувати логіку їх розвитку у ВТНЗ.
3. Визначити компоненти, критерії, показники та рівні сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.
4. Розробити та теоретично обґрунтувати технологію розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.
5. Експериментально перевірити ефективність технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, надати рекомендації щодо розвитку конструкторсько-технологічних здібностей особистості.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань і досягнення мети використано комплекс взаємодоповнювальних методів дослідження: *теоретичні* (аналіз, порівняння, систематизація, узагальнення, класифікація з метою вивчення

психолого-педагогічної, науково-методичної літератури, нормативних документів для встановлення стану розробки досліджуваної проблеми, визначення її теоретичних основ і понятійно-термінологічного апарата); *емпіричні* (анкетування, тестування, бесіда, спостереження для діагностики стану сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів, педагогічний експеримент з метою перевірки ефективності розробленої технології впровадження моделі розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання); *статистичні* (методи математичної статистики для кількісного та якісного аналізу результатів експериментального дослідження).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що *вперше*:

розроблено, обґрунтовано і експериментально перевірено технологію розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, яка забезпечує послідовний перехід від загальних здібностей до формування спеціальних конструкторсько-технологічних, що сприяє професійному становленню майбутнього фахівця;

розкрито особливості конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ у процесі підготовки майбутніх інженерів, які покладено в основу структурно-логічної схеми процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання;

обґрунтовано групи організаційно-педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання;

визначено критерії та показники, охарактеризовано рівні сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання засобами САПР;

удосконалено процес графічної підготовки студентів вищих технічних навчальних закладів в умовах застосування засобів комп'ютерної графіки в інженерній графіці;

теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено доцільність використання конструкторсько-технологічних задач як цілісного засобу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання в середовищі конструкторських, технологічних САПР;

набули подальшого розвитку форми, методи і засоби конструкторсько-технологічної підготовки майбутніх інженерів-механіків у навчальному процесі ВТНЗ в умовах застосування САПР.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблено і апробовано технологію розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання; розроблено та впроваджено навчально-методичний посібник «Інженерна графіка. Практикум», до складу якого увійшли конструкторсько-технологічні задачі; комплекс дидактичних і методичних засобів із нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, комп'ютерного конструювання та моделювання для забезпечення ефективності процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ; розроблено навчальну програму з «Комп'ютерного конструювання та моделювання» для вдосконалення конструкторсько-технологічних здібностей студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка».

Зміст і результати наукового дослідження можуть бути використані науково-педагогічними працівниками і студентами ВТНЗ у професійній підготовці майбутніх інженерів-механіків.

Результати дослідження *впроваджено* у навчально-виховний процес Вінницького національного аграрного університету (довідка № 12-48-2267 від 8 жовтня 2014 р.), Житомирського державного технологічного університету (довідка № 44-45/2022 від 22 грудня 2014 р.), Житомирського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти (довідка № 01-699 від 23 грудня 2014 р.), Житомирського національного агроекологічного університету (довідка № 1957 від

24 грудня 2014 р.), Національного університету водного господарства та природокористування (довідка № 001-159 від 28 січня 2015 р.).

Особистий внесок здобувача в спільних публікаціях: [143] – проведено аналіз впливу геометричного моделювання на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців; [142] – обґрунтовано застосування САПР під час занять з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки; [154] – обґрунтовано доцільність впровадження у навчальний процес ЗОНЗ сучасних САПР; [144] – охарактеризовано геометричне моделювання як основну складову конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців; [139] – обґрунтовано процес впровадження в освітнє середовище майбутніх інженерно-технічних фахівців комп'ютерного конструювання та моделювання; [155] – визначено теоретичні засади використання САПР у ЗОНЗ; [146] – розроблено критерії поточного оцінювання окремих видів навчальної роботи студентів та завдання для контрольних робіт; [141] – описано принципи тривимірного моделювання та створення креслеників у САПР КОМПАС-3D; [150] – проведено аналіз методичного та дидактичного забезпечення освітньої галузі «Технології»; [147] – підготовлено розділи посібника: 1.1.1, 2.1, 2.5, 3.10. Ідеї, що належать співавторам публікацій, у дисертаційній роботі не використовувалися.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження обговорювали і отримали позитивні відгуки на науково-практичних конференціях і семінарах:

міжнародних: «Забезпечення наступності змісту в системі ступеневої вищої та післядипломної освіти» (Рівне, 2012 р.); «Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі» (Кривий Ріг, 2013 р.); «Графічна підготовка майбутніх фахівців: досвід, проблеми, перспективи», присвячена пам'яті д.пед.н., професора М.Ф. Юсупової (Ялта, 2013 р.), «Права, за якими судиться малоросійський народ» (Глухів, 2013 р.); «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований» (North Charleston, USA, 2014 р.); «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми» (Вінниця, 2014 р.); «Освітня галузь

«Технологія»: реалії та перспективи» (Київ, 2015 р.); «Інноваційний розвиток вищої освіти: глобальний та національний виміри змін» (Суми, 2015 р.).

всеукраїнських: «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку» (Черкаси, 2013 р.); «Комп'ютерне моделювання в освіті» (Кривий Ріг, 2013 р.); «Актуальні питання графічної підготовки: теорія, практика та шляхи розвитку» (Київ, 2014 р.); «Інновації в економіці» (Житомир, 2015 р.).

Результати дослідження обговорювали на засіданнях кафедр технології машинобудування та конструювання технічних систем і загальноінженерних дисциплін Житомирського державного технологічного університету (2005–2015 рр.), теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування (2012–2015 рр.), були апробовані під час проведення практичних і лабораторних занять, керівництва навчальною практикою, самопідготовкою студентів.

Публікації. Результати дослідження відображено у 19 друкованих працях, із яких 6 одноосібних: 6 статей у наукових фахових виданнях, 2 статті в закордонних виданнях, 5 – у матеріалах наукових конференцій, 1 навчальний посібник, 1 навчально-методичний посібник, 1 навчальна програма, 2 навчально-методичні рекомендації.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 298 сторінок (основний текст – 203 сторінки). Список використаних джерел нараховує 223 найменування, з них 18 – іноземною мовою. Дисертація містить 8 таблиць і 10 рисунків на 15 сторінках, додатків на 96 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ

КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ

1.1. Сучасний стан розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах

З початком ХХІ століття сучасна система вищої освіти потерпає значних змін, відбувається її модернізація, інформатизація, інтеграція та глобалізація. Враховуючи це, а також швидкі темпи розвитку технологій можна констатувати, що в сучасному суспільстві інженер – найбільш затребувана професія. Людський розум наділений свіжими ідеями та підкріплений гарними знаннями в теперішній час дуже високо цінується.

В останні роки багато країн розглядають інженерну освіту як головний провідний чинник інноваційного прориву і прогресу суспільства. Болонська угода про трирівневу інженерну освіту стала новим варіантом організації освіти і покликана сприяти зростанню конкурентноздатності освіти в міжнародних масштабах.

Тому ми вважаємо за потрібне розглянути системи інженерної освіти в різних країнах світу, наприклад США, Німеччини, Японії.

Система інженерної освіти США. В цілому, в США прийнята багатоступенева система вищої освіти, відповідно до якої навчання ділиться на кілька циклів. Перший – undergraduate – триває чотири роки і завершується отриманням ступеня бакалавра. Перші два роки студенти вивчають загальноосвітні дисципліни, та можуть обирати і змішувати досить різні предмети (наприклад, одночасно вивчати математику та літературу). Спеціалізація починається на третьому курсі, а в цілому для отримання ступеня бакалавра студент повинен набрати 120 кредитів (частина з яких може бути зарахована за результатами навчання в школі). Кредит зараховується за умови, якщо студент прослухав певну

кількість лекцій, виконав ряд практичних і лабораторних робіт, і здав самостійну роботу. Крім певного числа кредитів, студентові необхідно отримати середній бал (Graduate Point Average). Другий ступінь (Graduate) зазвичай займає два роки і закінчується присудженням ступеня магістра (Master Degree). В кінці курсу студенти захищають магістерську дисертацію. Можливий інший шлях: вузька спеціалізація – навчання за дворічною програмою, після закінчення якої випускникам присвоюється ступінь Advanced Professional Degree. Докторантура (PhD – доктор філософії) – третя ступінь американської освітньої системи, 3–4-ий курс, аналог вітчизняної аспірантури.

Для формування змісту освіти професійної підготовки інженерів у США застосовують традиційний та інноваційний підходи. Згідно з традиційним підходом, основним завданням освіти є розвиток розумових здібностей студентів, їхнього мислення, уяви, пам'яті, а не набуття фактичних знань. Інноваційний підхід, що заснований на теорії дидактичного утилітаризму, виходить із пріоритету індивідуальної та суспільної діяльності студента.

Професійна підготовка інженерів у вищих навчальних закладах США реалізується на засадах теорії дидактичного утилітаризму, характерними рисами якої є: варіативність і гнучкий характер освітньо-професійних програм, їх орієнтація на вимоги практики; можливість вибору студентами спеціалізацій; навчання за індивідуальними планами, значний обсяг елективних курсів та самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів; використання у навчальному процесі інноваційних технологій навчання [60].

Система інженерної освіти Німеччини. Головним принципом вищої освіти в Німеччині є «академічна свобода» – система, що дозволяє будь-якому студенту самостійно визначати перелік дисциплін, які увійдуть до його диплому. В системі вищої освіти Німеччини також присутнє поєднання навчального процесу з науковими дослідженнями, що, у свою чергу, визначає графік навчального процесу в університетах: кожен семестр складається з лекційних періодів (14–20 тижнів) і нелекційних, під час яких студент займається самостійною науковою роботою [163].

Основне навчання у ВНЗ Німеччини проходить 4 роки. Потім стажування протягом 18 місяців і, нарешті, здача іспитів і отримання диплома. Спеціалізовані ВНЗ Німеччини випускають до 70% інженерів. Вони відрізняються від звичайних ВНЗ скороченим циклом навчання, включають теоретичну підготовку протягом трьох років і рік практичної роботи. Навчання максимально наближене до практики. Підсумки навчання протягом семестру виражаються в залікових балах, які присуджуються студенту після кожної сесії. Університетський курс розділений на два етапи: базовий (3–4 семестри), за підсумками якого привласнюється ступінь ліценціата (Vordiplom-Преддиплом), і основний (4–6 семестрів), за підсумками якого присвоюється ступінь магістра (Magister Artium) (студенти технічних спеціальностей замість цього ступеня отримують диплом спеціаліста). Крім закінчення основного курсу університету, випускник повинен захистити дипломну роботу або дисертацію. Державний диплом, що видається університетами і прирівняними до них вищими навчальними закладами Німеччини, дає право працювати за професіями, які потребують вищої освіти. Після отримання державного диплома і ступеня магістра випускники німецьких вузів можуть скласти іспит або захистити дисертацію на ступінь доктора (Doctorate). Цю ступінь можуть отримати тільки ті студенти, які мали викладацьку практику і склали попередні кваліфікаційні іспити. Випускники університетів, що мають міжнародний диплом, досить високо цінуються на ринку праці.

Система інженерної освіти Японії. Характерною особливістю організації навчального процесу в японських університетах є чіткий розподіл на загальнонаукові та спеціальні дисципліни. Перші два роки всі студенти отримують загальноосвітню підготовку, вивчаючи загальнонаукові дисципліни – історію, філософію, літературу, суспільствознавство, іноземні мови, а також прослуховують спецкурси щодо своєї майбутньої спеціальності [87].

Серед японських фахівців з підготовки технічних кадрів уже давно існує думка про те, що випускник ВТНЗ не повинен бути лише «вузьким технарем», він повинен володіти глибокими знаннями в галузі природничих і гуманітарних наук. Термін навчання в технічних інститутах складає 5 років, і вони дають широку

технічну підготовку своїм студентам. Випускники таких інститутів влаштовуються на роботу на фірми і дослідницькі центри, що пов'язані з розробкою нових передових технологій та ноу-хау. Звання магістра студент отримує після 2-річного навчання, захисту магістерської дисертації та складання іспиту за фахом. Термін перебування в аспірантурі складає 3 роки, але після 2-річного навчання в магістратурі. Аспірант вважається закінчившим аспірантуру, якщо він представить докторську дисертацію з позитивною оцінкою і здасть іспит за фахом [28].

Аналізуючи викладене вище можна зробити висновок, що у сучасному світі готують інженерів які вміють швидко пристосовуватися до будь-яких змін, здатних працювати більш ніж в одній професійній позиції, зберігати самовладання в умовах невизначеності аж до повного хаосу й абсолютної неясності, до того ж екстраполювати ідеї з однієї сфери в іншу. Це не просто інженер, а творча, духовно багата і інтелігентна людина.

Трансформаційні процеси, що відбуваються сьогодні в житті суспільства, стосуються всіх сфер його діяльності й існування, зокрема освітньої сфери як основоположного компоненту формування світогляду особистості. Отже, швидкий розвиток прогресу, практично некерований та непрогнозований процес суспільних переворотів, розпаду держав і змін геополітичної карти світу, наукових винаходів та їх впровадження в життя вплинули на вимоги, що стоять перед освітніми системами останніх десятиліть.

Відомий сучасний американський філософ Елвін Тоффлер, аналізуючи феномен трансформації сучасних суспільств, стверджує, що світ, який швидко утворюється від зіткнення нових цінностей і технологій, нових геополітичних відносин, нових стилів життя й засобів сполучення, вимагає зовсім нових ідей і аналогій, класифікацій і концепцій [178].

На даному етапі розвитку європейської та світової освіти окреслилася тенденція руху «від поняття кваліфікації до поняття компетенції» [220].

Європейська федерація національних інженерних асоціацій (European Federation of National Engineering Associations) підкреслює, що все частіше підприємцям потрібна не сама кваліфікація, яка, з їхнього погляду, занадто часто

асоціюється з умінням здійснювати ті або інші операції матеріального характеру, а компетентність, що розглядається як свого роду коктейль навичок, властивих кожному індивідові, в якому сполучаються: кваліфікація в точному значенні цього слова, соціальна поведінка, здатність працювати в групі, ініціативність і любов до ризику [213]. Виходячи з цього необхідно розглянути таке поняття як компетентність.

У багатьох європейських країнах сьогодні переглянуто та внесено зміни до навчальних програм, що спрямовані на створення підґрунтя для того, щоб основні результати навчання базувалися на досягненні учнями необхідних компетентностей. Мова йде про необхідність визначити, відібрати та ґрунтовно ідентифікувати обмежений набір компетентностей, які є найважливішими, інтегрованими, ключовими. Такий підхід дав підстави зробити висновок про те, що ключові (найвагоміші та найбільш інтегровані) компетентності [78]:

- сприяють досягненню успіхів у житті;
- сприяють підвищенню якості суспільних інститутів;
- відповідають багатоманітним сферам життя.

Створення умов для набуття необхідних компетентностей протягом усього життя позитивно впливатиме на:

- продуктивність та конкурентність людини на ринку праці;
- скорочення безробіття завдяки розвитку гнучкої (адаптивної) та кваліфікованої робочої сили;
- розвиток середовища для інноваційних перетворень в умовах глобальної конкуренції.

У рамках Болонського процесу європейські університети освоюють компетентнісний підхід, який розглядається як свого роду інструмент посилення соціального діалогу вищої школи зі світом праці, засобом поглиблення їх співпраці та відновлення в нових умовах взаємної довіри [101].

Як зазначає Хуторський А., компетентнісний підхід у навчанні – це спрямованість освітнього процесу на формування та розвиток базових і предметних компетентностей особистості, результатом якого стане формування загальної

компетентності людини як сукупності ключових компетентностей, інтегрованої характеристики особистості. Ключовими освітніми компетентностями можна вважати такі: ціннісно-сміслова, загальнокультурна, навчально-пізнавальна, інформаційна, комунікативна, соціально-трудова та компетентність особистого самовдосконалення [193].

У Постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» зазначається, що: **компетентність/компетентності** – здатність особи до виконання певного виду діяльності, що виражається через знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості [133].

Компетенції це єдина мова для опису академічних та професійних профілів і рівнів освіти. Орієнтація стандартів, навчальних планів (освітніх програм) на результати навчання роблять кваліфікації порівнянними і прозорими. Результати освіти, виражені мовою компетенцій, як вважають західні експерти, – це шлях до розширення академічного і професійного визнання та мобільності, до збільшення порівнянності й сумісності дипломів і кваліфікацій.

У Національному освітньому глосарії дається таке визначення: **компетентність/компетентності** – за проектом Тюнінг Європейської Комісії, це динамічна комбінація знань, розуміння, умінь, цінностей, інших особистих якостей, що описують результати навчання за освітньою/навчальною програмою. Компетентності покладені в основу кваліфікації випускника [109].

У роботі [63] зазначається, що: **компетенції** – це інтеграційна цілісність знань, умінь і навичок, що забезпечують професійну діяльність, це здатність людини реалізовувати на практиці свої **здібності**. Оскільки реалізація здібностей відбувається в процесі виконання різноманітних видів діяльності для вирішення теоретичних і практичних задач, то в їх структуру, крім діяльнісних (процедурних) знань, умінь і навичок, входять також мотиваційна і емоційно-вольова сфери. Важливим компонентом компетенції (**здібності**) є досвід – інтеграція в єдине ціле засвоєних людиною знань, окремих дій, способів і прийомів розв’язування задач.

Здібності тісно пов'язані зі знаннями, уміннями і навичками людини, забезпечуючи їх швидке надбання, закріплення й ефективне застосування на практиці.

Розглянемо поняття «*здібності*» більш детально.

З точки зору психології, *здібності* це:

– індивідуально-психологічні особливості людини, які забезпечують успішне оволодіння знаннями, навичками, вміннями та ефективну їх реалізацію в трудовій діяльності. Виявляючись в оволодінні знаннями, навичками і вміннями, *здібності*, проте, до них не зводяться. Вони виступають лише як можливість розвитку цих необхідних компонентів діяльності і характеризуються динамікою оволодіння останніми – швидкістю, легкістю, глибиною, міцністю (Я. Крушельницька [82]):

– спостережливість, зорова пам'ять, емоційна пам'ять і уява, технічна уява, а також ті якості розуму, які є умовою успішного виконання багатьох видів діяльності (Б. Теплов [175]);

– діяльність, яка орієнтована на те істотне, що лежить в основі великої кількості часткових явищ. Тому той, хто опанував такою діяльністю, надалі без усякого навчання успішно справляється з будь-яким частковим явищем даного класу. І він вважається здібним (Н. Тализіна [172]).

Кожна здібність має свою структуру, яка залежить від розвитку особистості.

Виділяють два рівні розвитку здібностей: репродуктивний та творчий. Людина, яка знаходиться на репродуктивному рівні розвитку здібностей, виявляє високі вміння засвоювати знання, оволодівати діяльністю і здійснювати її відповідно до зразка, що пропонується. На творчому рівні розвитку здібностей людина створює нове, оригінальне. Зазначені рівні розвитку здібностей не слід вважати незмінними, оскільки кожна репродуктивна діяльність містить елементи творчості, а творча діяльність включає репродуктивну, без якої вона не може здійснюватися. Крім рівнів, у психології розрізняють загальні й спеціальні здібності. Загальні здібності забезпечують відносну легкість і продуктивність у засвоєнні знань і виконанні різних видів діяльності. Під спеціальними здібностями розуміють

психологічні особливості індивіда, які дають можливість успішно виконувати певні види діяльності [25].

Здібності (компетентність), на думку Дж. Равена, містять у собі велику кількість компонентів, деякі з яких відносно незалежні один від одного. Причому одні компоненти відносяться переважно до когнітивної сфери, інші – до емоційної тощо, вони можуть замінити один одного в якості складових ефективної поведінки особистості. Ним було виділено такі види компонентів здібностей [138]:

- тенденція до розуміння цінностей і установок щодо конкретної цілі;
- наявність самоконтролю, впевненості в собі; тенденція до контролювання своєї діяльності;
- залучення емоцій до процесу творчої діяльності;
- готовність і здатність навчатися самостійно;
- пошук і використання зворотного зв'язку;
- адаптивність – відсутність відчуття безпорадності;
- схильність до роздумів, звичка до абстрагування;
- увага до проблем, пов'язаних із досягненням поставлених цілей; готовність вирішувати складні питання;
- самостійність і креативність мислення, оригінальність;
- готовність працювати над чим-небудь спірним і тим, що викликає занепокоєння;
- дослідження навколишнього середовища для виявлення його можливостей і ресурсів (як матеріальних, так і людських);
- готовність покладатися на суб'єктивні оцінки і йти на помірний ризик; відсутність фаталізму;
- готовність використовувати нові ідеї й інновації для досягнення мети; знання того, як використовувати інновації, і впевненість у схвальному ставленні до інновацій;
- довіра, наполегливість, здатність приймати рішення; установка на взаємний вииграш і широту перспектив;

- персональна відповідальність і здатність до спільної роботи заради досягнення мети;
- здатність спонукати інших людей працювати заради досягнення поставленої цілі, слухати інших людей і брати до уваги їхню думку;
- прагнення до суб'єктивної оцінки особистісного потенціалу конструкторсько-технологічної діяльності;
- здатність ефективно працювати в ролі конструктора, технолога.

Проаналізувавши вище зазначені здібності, слід відзначити, що останні два компоненти характеризують спеціальні здібності студентів.

Окремо слід виділити таке поняття, як «*технічні здібності*». Особливості прояву і розвитку окремих компонентів технічних здібностей вивчали В. Колбановський [77], Н. Лінькова [168], Б. Ломов [96], П. Якобсон [204]. Специфіку здібностей до окремих видів діяльності технічного спрямування (конструювання, раціоналізаторства і винахідництва, загальнотрудових умінь) досліджували С. Мілерян [105], О. Нечаєв [111], В. Ребус [156]; вузькоспеціальних технічних здібностей (залізничного транспорту, льотної справи, конвеєрного виробництва) – М. Левандовський [90], К. Платонов [126], В. Чебишева [195] та ін.

Поряд з вище зазначеним необхідно зауважити, що технічні здібності включають технічне мислення, так як воно є процесом, у якому відображаються всі існуючі взаємозв'язки і багатство реального світу. Найбільш істотною характеристикою такого мислення є здатність людини до цілісного та миттєвого відображення предметів і явищ реального світу, що, безсумнівно, пов'язана з успішністю її діяльності.

Процес розвитку технічного мислення складний і включає в себе безліч компонентів. Він передбачає розвиток як просторово-образного, так логічного, як теоретичного, так і практичного мислення. У зв'язку з цим можна погодитися з І. Соколовою, яка зазначає, що для розвитку технічного мислення студентів у навчальному процесі необхідно засобами будь-якої дисципліни розвивати логічне, образне, просторове мислення і уяву, формувати систему знань, у тому числі професійних. Автор зазначає, що окрім розвитку практичного мислення студентів за

рахунок вирішення різної складності завдань, необхідно розвивати в них здатність до прогнозування, програмування і так далі [167].

Не можна не погодитись із Сільченко Т. який зазначає, що технічні здібності дуже часто поєднують з креативністю інженера, тобто його творча діяльність реалізується в таких формах, як застосування відомих технічних, технологічних, програмних, апаратних та інших засобів у нових поєднаннях з виробничими, конструкторськими, проектувальними процесами, а саме: розробка нових технічних, технологічних, програмних, апаратних та інших засобів, що застосовуються до проблем, схожих на ті, з якими він уже зустрічався [162].

Таким чином, здібності, зокрема конструкторсько-технологічні, в сучасних умовах є механізмом, що розширює можливості людини в різних сферах діяльності, у тому числі в процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання. Актуальною є і специфіка навчальної діяльності викладача комп'ютерного конструювання та моделювання, що вимагає не тільки психолого-педагогічної та методичної підготовки, але й спеціальної конструкторсько-технологічної. Якісна інженерна освіта неможлива без високого рівня графічної підготовки студентів, яка є основою конструкторсько-технологічних здібностей, оскільки вивчення практично всіх спеціальних дисциплін засноване на теоретичних знаннях, практичних уміннях і навичках, набутих ними в процесі вивчення базових графічних дисциплін (нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка).

Як уже зазначалося, питання графічної підготовки в наукових і педагогічних працях розглядають у різних напрямках. Так, загальні аспекти розвитку просторової уяви висвітлено в роботах науковців: О. Вітюк [29], М. Беркінблїт [9], Д. Кільдеров [70], Ю. Фещук [187], Я. Чеботової [194], І. Якиманської [203]; основні методичні аспекти викладання нарисної геометрії та інженерної графіки досліджували вітчизняні науковці: Г. Гаврищак [32], О. Джеджула [52], В. Михайленко [107] та ін., зарубіжні – О. Кузьменко [84], С. Грачьова [49], Henry Armstrong [206], Wu Binghui [208], Francesco Di Paola [211], Vladis Kosse [215], Claus Pütz [218], Charles Rankowski [219], С. Reffold [221], Albert Schmid-Kirsch [222]; методику навчання креслення розглядають, П. Буянов [17],

В. Васенко [20], А. Гедзик [34], Л. Гриценко [50]; формування графічних знань і вмінь за допомогою інформаційних технологій висвітлюють В. Бакалова [5], Н. Голівер [37], М. Козяр [75], Г. Райковська [149], С. Хазіна [192], М. Юсупова [201] та ін.

У ході аналізу праць вище зазначених науковців було визначено, що розвитку конструкторсько-технологічних здібностей не було приділено відповідної уваги, зокрема фундамент для їх розвитку закладається у процесі графічної підготовки студентів у ВТНЗ.

Слід зазначити, що графічні дисципліни у ВТНЗ викладаються переважно на першому курсі навчання. До недоліків у навчальній роботі з цієї дисципліни М. Юсупова відносить недотримання спадкоємності в методах навчання середньої та вищої шкіл, ігнорування особливостей роботи зі студентами першого курсу та слабку фактичну підготовку їх до засвоєння графічних дисциплін [200]. М. Ожга зазначає, що в процес навчання графічних дисциплін (креслення, нарисна геометрія, інженерна графіка) за останнє десятиліття інтенсивно впроваджувалися інформаційні та комп'ютерні засоби. Поступово змінився зміст графічної підготовки. Навчання здійснюється сучасними засобами, що використовуються у професійної діяльності інженера-конструктора, спеціальними програмними пакетами (наприклад, AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D тощо). На основі цього сформувалася нова навчальна дисципліна «Комп'ютерна графіка». Сьогодні майже немає праць, які б узагальнювали досвід упровадження інформаційних комп'ютерних технологій для навчання графічних дисциплін, а також здійснювали обґрунтування вибору засобів і технологій для навчання комп'ютерної графіки, розвитку просторової уяви та мислення [117].

За даними дослідників О. Джеджули, Ю. Хомяківського та В. Николайчук, такі графічні дисципліни, як технічне креслення, нарисна геометрія, комп'ютерна графіка, вивчаються студентами біля 70 % інженерно-технічних спеціальностей, що пов'язано з конструкторсько-технологічною діяльністю, експлуатацією і ремонтом найрізноманітніших технічних засобів, транспортом, будівництвом, архітектурою, дизайном та ін. [21].

Студентам першого курсу навчання, які не вивчали креслення в ЗОНЗ та не ознайомлені з елементарними методами проєкціювання, досить важко опанувати методи графічного відображення за відсутності у них просторової уяви, яка закладається та розвивається в середній школі.

Тенденція до зменшення навчальних годин на вивчення графічних дисциплін у ВТНЗ також істотно впливає на засвоєння знань та здобуття практичних навичок оформлення конструкторської документації. Нові навчальні програми з графічних дисциплін зорієнтовані на самостійне вивчення студентами багатьох досить складних розділів курсів «Нарисна геометрія», «Інженерна та комп'ютерна графіка» і передбачають зменшення не тільки лекційних годин, а й практичних занять. Необхідно врахувати, що самостійна робота студента, дає результат тільки тоді, коли студент забезпечений підручниками, посібниками, методичними рекомендаціями, конспектами лекцій, комп'ютерними програмами. На жаль, бібліотеки ВТНЗ укомплектовані технічною літературою минулого століття, яка не відповідає вимогам часу і видана недержавною мовою. Поодинокі підручники та посібники з графічних дисциплін випускають малими накладками і не можуть використовуватися студентами, тому що реалізуються за високою ціною.

Як зазначає В.В. Виходець, поєднання вивчення інженерної графіки з комп'ютерною та виділення годин на проведення занять із комп'ютерної графіки за рахунок зменшення кількості годин на вивчення інженерної графіки також призвело до зниження якості та рівня знань з графічних дисциплін [26].

Фахівці з комп'ютерної графіки, які не до кінця усвідомили логіку формування креслеників і недосконало володіють уміннями та навичками графічної діяльності, подібні до бійців, яких забезпечили сучасною бойовою технікою, але не навчили нею досконало користуватися.

Проаналізувавши реальний стан графічної підготовки, яка впливає на формування конструкторсько-технологічних здібностей фахівця, було виявлено низку недоліків, зокрема:

- скорочення кількості годин, відведених на інженерну графіку, за умови поєднання її з комп'ютерною;

– скорочення аудиторних годин ($1/3$ від загальної кількості годин, відведених на курс) та збільшення кількості годин, що відводяться на самостійну роботу студентів;

– низький рівень геометричних знань (галузь знань «Математика» – Евклідова геометрія);

– недостатня сформованість графічних знань через відсутність графічної підготовки (креслення) в загальноосвітніх закладах України;

– традиційна методика графічної підготовки студентів у вищих навчальних технічних закладах недостатньо забезпечує її зв'язок із сучасними вимогами інформаційного виробництва та суспільства в цілому.

Необхідно також зазначити, що через малу кількість аудиторних годин студенти не встигають вивчити і, що найголовніше, зрозуміти принципи і закони навіть елементарних побудов, унаслідок чого більша частина студентів не може опанувати комп'ютерне конструювання та моделювання.

Графічно-комп'ютерні технології присутні практично в усіх сферах виробничої, творчої, наукової діяльності. Знання в галузі математики і фізики, скріплені мистецтвом графіки як засобом відображення здобутих знань, складають ґрунтовну основу якісної підготовки фахівця будь-якої спеціалізації. Саме знання фізичних законів і математичних співвідношень моделей об'єктів, процесів та явищ у своєму практичному спрямуванні інтегровані в науковому напрямі прикладної геометрії та інженерної графіки. Проте її вагомі наукові та практичні здобутки знаходять все ще поодинокі застосування в навчальному процесі не тільки інженерно-технічних дисциплін, зокрема через різке зменшення навчальних годин на вивчення базових понять інженерної графіки [134].

Як зазначає М. Юсупова використання комп'ютерних засобів у професійній графічній діяльності насамперед пов'язане зі створенням системи автоматизованого проектування (САПР), яка, з'явившись як конкурент кульмана та олівця, нині переступила «креслярські» межі. В результаті зазнав змін сам процес проектування. Конструктори отримали можливість, використовуючи комп'ютерні моделі

проеКТованиХ деталей і виробів, проводити розрахунки на міцність, динамічний аналіз тощо [201].

Використання САПР дозволяє конструкторам спрямовувати енергію на творчий процес, не відволікаючись на рутинні процедури. Можливості використання САПР стрімко розвиваються, чим досягається висока продуктивність проектних робіт, що дозволяє досягати суттєвих переваг на ринку праці. Зазначене спонукає до впровадження САПР у навчальний процес вищих навчальних закладів, зокрема нової технології навчання графічним дисциплінам, реалізованої в таких системах, як AutoCAD, КОМПАС 3D, SolidWorks та інші. І, як наслідок, значно підвищуються вимоги до конструкторсько-технологічних здібностей випускників-бакалаврів.

Разом із викладеним вище вважаємо, що однією з основних перешкод, що заважає успішному засвоєнню комп'ютерного моделювання, є недостатній розвиток просторової уяви в студентів, яка є складовою конструкторсько-технологічних здібностей. Л. Варламова говорить про те, що дана інтелектуальна властивість є необхідною не лише в процесі вивчення графічних дисциплін, але й у пізнанні людиною навколишнього середовища, в оволодінні нею різними професіями [19].

Отже, вважаємо за необхідне зупинитися на характеристиці просторової уяви – основній складовій конструкторсько-технологічних здібностей.

Просторова уява супроводжує нас протягом усього життя. Ми живемо і рухаємося в тривимірному просторі, предмети в повсякденному житті займають простір. Просторова уява може слугувати для різних цілей. Вона є способом отримання інформації, допоміжним способом мислення, формулювання завдань, корисним помічником або засобом у процесі вирішення певної проблеми. Отже вона необхідна складовою багатьох професій.

Просторова уява – це вид розумової діяльності, що забезпечує створення просторових образів та оперування ними в процесі вирішення різних практичних і теоретичних завдань. Просторова уява є таке психологічне утворення, яке формується у різних видах діяльності (практичної і теоретичної).

Суть просторової уяви полягає у створенні в свідомості людини уявлюваних образів об'єктів за їх креслеником чи описом. Аналіз публікацій у психолого-педагогічних виданнях дозволяє стверджувати, що просторова уява є одним із важливих параметрів, який характеризує конструкторські здібності. Вона має особливе значення для майбутнього інженера як засіб створення нових видів машин і механізмів відповідно до сучасних вимог.

Формуванню просторової уяви сприяє практична робота із просторовими об'єктами: уявна зміна їхнього положення, поділ на частини, з'єднання декількох об'єктів в один. Зовнішні дії з геометричними тілами необхідні для того, щоб людина могла потім робити з ними уявні внутрішні дії. Робота уяви неможлива без фіксації проміжних етапів (конструкцій) яким-небудь простим способом (у знаково-символічній формі) [177].

Зокрема, для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей велике значення мають продуктивні форми діяльності: образотворче або графічне конструювання. У ході розвитку просторової уяви цілеспрямовано формуються вміння уявляти в просторі результати своїх дій і втілювати їх у малюнку, кресленнику, будівництві, конструюванні виробу; подумки видозмінювати їх і створювати на цій основі нові образи, планувати основні етапи й просторову послідовність їх виконання. Отже, просторова уява – це основа конструкторсько-технологічних здібностей, головна складова геометричного конструювання та моделювання.

Опираючись на психолого-педагогічну літературу з досліджуваної проблеми (Л. Виготський, Б. Косов та ін.), нами виділені такі фактори, що впливають на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей [30, 79]:

- потреби (естетичні та соціальні) й інтереси (особистісні, пов'язані з типологічними проявами);
- наявність життєвого досвіду, сприятливих умов навчання;
- види діяльності: творча, ігрова, образотворча;

– дидактичні принципи: активність, проблемність, наочність, доступність, створення позитивного емоційного фону, «внутрішня» диференціація, яка побудована на індивідуальних перевагах студентів, їх активності й самостійності.

У процесі визначення й обґрунтування видів діяльності, що сприяють розвитку креативності студентів актуальною є графічна діяльність, оскільки в своїх найбільш розвинених формах просторова уява розвивається саме на графічній основі (М. Лагунова, І. Якиманська та ін.) [89, 202].

Підсумовуючи вище зазначене можна констатувати, що графічна підготовка посідає важливе місце у підготовці інженерів-механіків. Основним її напрямом є розвиток просторової уяви як умови, без якої неможлива інженерна творчість. Просторова уява є одним із видів уяви, пов'язаних із зоровим сприйняттям, суть якого полягає у створенні зорових просторових (об'ємних) образів під час розгляду плоских зображень. Стереоскопічні зображення мають високу наочність і за певних умов створюють повну ілюзію об'ємності реального об'єкта, що дозволяє використовувати їх як ефективне наочне приладдя для розвитку просторової уяви, саме такі зображення використовує геометричне моделювання, яке є основою конструювання [190].

Загалом основи геометричного моделювання, в деякому стислому вигляді, вивчаються студентами в курсі «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка».

Таким чином, вважаємо за необхідність розглянути види й особливості моделювання і конструювання, що використовуються у навчанні інженерній графіці.

Методи нарисної геометрії є теоретичною базою для вирішення завдань як технічного креслення, так і геометричного моделювання. У техніці креслення є основними засобами вираження людських ідей. Вони повинні не тільки визначати форму та розміри предметів, але й бути досить простими і точними у графічному виконанні, допомагати всебічно досліджувати предмети та їх окремі деталі. Для того щоб правильно відобразити свої думки за допомогою малюнка, ескізу, кресленика,

потрібні знання теоретичних основ побудови зображень геометричних об'єктів, їх різноманіття і відносини між ними, що і складає предмет нарисної геометрії.

Проте відпрацьована десятиріччями до досконалості методика навчання нарисної геометрії виявилася неефективною в сучасних умовах життя. Навчальний курс було розраховано на достатньо великий обсяг годин (що відводилися за навчальними планами з підготовки інженерів), а в умовах скорочення аудиторного часу даний цикл дисципліни виглядає незавершеним. Враховуючи сучасні освітні тенденції, марно сподіватися на збільшення кількості аудиторних годин на вивчення нарисної геометрії. Втім підвищення ефективності навчання не відбудеться, якщо скорочення змісту навчання провести за принципом скорочення раніше існуючого, так званих «повних курсів». Результати такого підходу спостерігаються в наш час. Але цього робити не можна, оскільки кожна наступна тема курсу доповнює попередню, і якщо вилучити якусь частку, то руйнується вся ієрархічна послідовність методики ортогонального проєкціювання «від простого до складного», «від точки до поверхні» тощо.

Отже, існує об'єктивна потреба вивчення комп'ютерної графіки, яка спрямована на розвиток конструкторського світогляду майбутнього фахівця. І, на нашу думку, необхідно починати вже з першої складової базових графічних дисциплін – нарисної геометрії, використовуючи комп'ютерне геометричне моделювання – 3D.

Запропонований шлях розв'язання проблеми, що виникла внаслідок інформатизації освітньої галузі, різних видів виробничої діяльності людства, повною мірою задовольнить реальний рівень професійної діяльності, який вимагається сьогодні. Але це ставить конкретні вимоги до матеріально-технічного забезпечення дисциплін графічного циклу. Вирішення потребує також проблема повернення дисциплін, пов'язаних з комп'ютерною графікою, на спеціалізовані кафедри, оскільки викладання їх на випускних кафедрах порушує природну ієрархічну послідовність графічної підготовки, наприклад, «Комп'ютерне конструювання та моделювання».

Як показує практика, отримані студентами знання після прослуховування курсів нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки не є достатніми для вивчення спеціальних дисциплін, пов'язаних із геометричним формоутворенням поверхонь деталей машин. Тому, на нашу думку, було б доцільним вивчення студентами основ геометричного моделювання в більш розширеному вигляді, що значно вплине на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів.

Слід відмітити, що геометричне моделювання у ВТНЗ України викладається, як правило, для більшості напрямів підготовки. Так, наприклад:

– *Національний університет водного господарства та природокористування* – для студентів напряму підготовки 6.050503 кафедрою будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання викладається дисципліна «Комп'ютерне моделювання в конструюванні машин» у процесі вивчення якої студенти отримують теоретичні знання та практичні навички комп'ютерного моделювання при конструюванні машин та обладнання;

– *Національний університет «Львівська політехніка»* – на кафедрі систем автоматизованого проектування викладається дисципліна «Геометричне моделювання у конструюванні інженерних об'єктів і систем», метою якої є вивчення студентами принципів побудови геометричних моделей об'єктів проектування, методів моделювання та візуалізації графічних об'єктів на сучасних ЕОМ, розробка графічних програм, використовуючи існуючі графічні системи;

– *Сумський державний університет* – студенти спеціальності «Інформаційні технології проектування» отримують базову підготовку під час вивчення таких основних дисциплін загально-інженерного циклу: інженерна та комп'ютерна графіка, інформаційні основи проектування, основи комп'ютерного проектування, основи автоматизованого проектування типових деталей і машин, основи САПР, геометричне моделювання в САПР, інформаційне забезпечення САПР;

– *Запорізький національний технічний університет* – кафедра програмних засобів веде підготовку студентів за напрямами «Комп'ютерні науки» та «Програмна інженерія». У рамках напряму «Комп'ютерні науки» викладається дисципліна «Графічне та геометричне моделювання та інтерактивні системи»;

– *Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»* – кафедрою автоматизації проектування енергетичних процесів та систем, яка входить до складу теплоенергетичного факультету, викладається дисципліна «Геометричне моделювання в САПР» як одна з важливих складових дисциплін підготовки бакалаврів напряму «Комп'ютерні науки». Спеціалісти з інформаційних технологій проектування повинні не тільки вміти користуватися вже створеними засобами побудови креслеників, зображень, малюнків, але й розвивати та вдосконалювати такі системи;

– *Чорноморський державний університет імені Петра Могили* – в рамках спеціальності 7.090905 «Медичні прилади та системи» кафедрою медичних приладів та систем викладається дисципліна «Проектування електронних пристроїв». Вивчення цієї дисципліни включає розгляд таких питань: методологічна база та інформаційна сумісність систем, автоматизована розробка технологічних процесів; мови програмування в САПР ТП, особливості організації архівів технологічних процесів; розробка одиничних, типових та групових технологічних процесів, вихідні форми документів у САПР ТП; структура та функціональні можливості систем ГЕММА-3Д, МАСТЕРКАМ і форми даних імпорту та експорту в системах AutoCAD, МАСТЕРКАМ та ГЕММА-3Д; керування обладнанням та постпроцесори; розробка керуючих програм для верстатів з ЧПУ; геометричне моделювання в САПР ЧПУ; перетворення об'єктів; введення в конструкторські САПР; інформаційне забезпечення конструкторських САПР; засоби тривимірного твердотільного моделювання для конструктора та дизайнера виробів; САПР пресформ для лиття металів та пластмас під тиском, системи моделювання процесів лиття; САПР роздільних штампів; системи розрахунку динаміки та міцності конструкцій, деталей машин та розмірних ланцюгів; інтегровані САПР, структурні та функціональні особливості системи Pro/Engineer, нові можливості для розробки та виготовлення виробів, складальних вузлів та деталей складної форми;

– *Національний Авіаційний Університет* – на факультеті аерокосмічних систем управління (Інститут електроніки та систем управління) в рамках спеціальності 8.092502 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і

виробництва» кафедрою комп'ютерно-інтегрованих комплексів викладається дисципліна «Графічне та геометричне моделювання й інтерактивні системи». Основною метою вивчення дисципліни є надання майбутнім фахівцям основ науково-теоретичних знань і практичних навичок з графічного та геометричного моделювання та досвіду роботи з інтерактивними системами;

– *Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»* – кафедрою геометричного моделювання та комп'ютерної графіки, яка входить до складу механіко-технологічного факультету, в рамках спеціальності «Інформаційні технології проектування» викладається дисципліна «Теорія геометричного моделювання»;

– *Вінницький національний технічний університет* – на кафедрі інженерної та комп'ютерної графіки була розроблена та використовується система «GEOM». Система містить комплекс програм, що дозволяють, використовуючи прикладні математичні методи на базі дискретно-інтерполяційних процесів, а саме: моделювати тривимірні об'єкти, процеси, середовища: моделювати на площині основні геометричні операції, проводити комп'ютеризоване навчання з нарисної геометрії, здійснювати тестовий контроль з основних розділів дисципліни, проводити лабораторні та практичні заняття з «Основ геометричного моделювання та комп'ютерної графіки».

Факультет інженерної механіки Житомирського державного технологічного університету проводить підготовку бакалаврів за такими напрямками: 6.070106 «Автомобільний транспорт», 6.050502 «Інженерна механіка» та 6.050503 «Машинобудування». Згідно з освітньо-кваліфікаційними характеристиками цих напрямів підготовки до студентів висувається низка виробничих функцій, типових задач діяльності, умінь та здібностей, якими вони повинні володіти після отримання базової вищої освіти (додаток А). Виробничі функції, типові задачі діяльності, уміння та здібності, якими повинні володіти бакалаври для напрямів підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та 6.050503 «Машинобудування» майже повністю співпадають, а напрям 6.070106

«Автомобільний транспорт» стоїть дещо осторонь, що пов'язано зі специфікою виробничої діяльності.

Виходячи з цього, конструкторсько-технологічну підготовку студентів за напрямами 6.050502 «Інженерна механіка» і 6.050503 «Машинобудування» можна проводити паралельно, тобто в одному потоці.

Проблемами викладання основ геометричного моделювання для студентів машинобудівних та конструкторських спеціальностей займаються деякі дослідники, зокрема вітчизняні: В. Ванін, Г. Вірченко [18], С. Пилипака, В. Несвідомін [125]; зарубіжні: В. Руковшніков [159], О. Сторожилов [170], Н. Федотова [185], Holly Ault [207], Benjamin Schleich, Nabil Anwer [223], Dongkon Lee, Soon-Sup Lee, Beom-Jin Park [212]. У їхніх наукових дослідженнях розглядаються базові теоретичні відомості геометричного моделювання, що спрямовані на розвиток теоретичних основ і практичне впровадження в інтегровані інформаційні технології нових ефективних комп'ютерних методів геометричного моделювання складних об'єктів машинобудування та процесів їх виготовлення, а також пов'язують їх із машинобудівними системами автоматизованого проектування.

Тому, на нашу думку, в умовах сучасних інформаційних технологій перспективним напрямом розвитку геометричного моделювання в галузі машинобудування можна вважати теоретичне обґрунтування, дослідження та практичне впровадження відповідних нових математичних і комп'ютерних методів формоутворення.

На даний час проблема навчання геометричного моделювання студентів у вищих технічних навчальних закладах недостатньо вивчена. Більшість сучасних науковців приділяють увагу проблемам викладання комп'ютерної графіки [31]. Продиктований вимогами сьогодення сучасний навчально-пізнавальний процес уже не може існувати без використання новітніх засобів навчання, які вносять суттєві зміни в його зміст, форми та методи. Доведеним є той факт, що застосування інформаційних технологій (зокрема комп'ютерної техніки) під час вивчення різноманітних дисциплін відкриває широкі можливості як для подання (представлення) викладачем, так і для сприйняття студентом навчального матеріалу.

Однією з ключових позицій інформаційних технологій під час вивчення графічних дисциплін є базова підготовка в галузі інженерної та комп'ютерної графіки.

Одним із напрямів розвитку комп'ютерної графіки є можливість формувати тривимірні зображення реальних та уявних об'єктів. Поява програмного забезпечення, яке дозволяє виконувати графічні роботи не тільки на площині, а й у просторі, вимагає графічної підготовки студентів відповідно до особливостей їхньої майбутньої професійної діяльності.

На нашу думку будь-яка розумова діяльність являє собою оперування моделями (образами). Наприклад, їдучи зранку в університет, студент подумки розробляє маршрут руху, готується до іспиту, намагаючись уявити собі запитання викладача, тобто створює модель майбутнього процесу. Модель не може бути за складністю такою ж, як і процес, що досліджується, інакше вона сама перетворюється у процес. Модель завжди простіша за процес, інакше в ній не було б ніякого сенсу.

Процес моделювання включає три елементи:

- суб'єкт (дослідник);
- об'єкт дослідження;
- модель, яка визначає (відображає) відносини дослідника і об'єкта дослідження.

Перший етап побудови моделі допускає наявність деяких знань про об'єкт-оригінал. Пізнавальні можливості моделі обумовлюються тим, що модель відображає (відтворює, імітує) які-небудь істотні риси об'єкта-оригіналу. Питання про необхідну і достатню подібність оригіналу і моделі вимагає конкретного аналізу. Очевидно, що модель втрачає свій сенс як у випадку тотожності з оригіналом (тоді вона перестає бути моделлю), так і у випадку надмірної відмінності від оригіналу. Таким чином, вивчення одних сторін модельованого об'єкта здійснюється за рахунок відмови від дослідження інших його аспектів. З цього випливає, що для одного об'єкта може бути побудовано декілька «спеціалізованих» моделей, які концентрують увагу на певних сторонах досліджуваного об'єкта, або ж характеризують його з різним ступенем деталізації.

На другому етапі модель виступає як самостійний об'єкт дослідження. Однією з форм такого дослідження є проведення «модельних» експериментів, при яких свідомо змінюються умови функціонування моделі та систематизуються дані про її «поведінку». Кінцевим результатом цього етапу є сукупність знань про модель.

На третьому етапі здійснюється перенесення знань з моделі на оригінал – формування множини знань. Одночасно відбувається перехід з «мови» моделі на «мову» оригіналу. Процес перенесення знань проводиться за певними правилами. Знання про модель потрібно скоригувати з урахуванням тих властивостей об'єкта-оригіналу, які не знайшли відображення або були змінені під час побудови моделі.

Четвертий етап – практична перевірка отриманих за допомогою моделі знань та їх використання для побудови узагальнюючої теорії об'єкта, його перетворення або управління ним.

Моделювання – циклічний процес. Це означає, що за першим циклом (чотири етапи моделювання) може відбутися другий, третій і т. д. При цьому знання про об'єкт, що досліджується, розширюються й уточнюються, а вихідна модель поступово вдосконалюється. Недоліки, виявлені після першого циклу моделювання та зумовлені малим знанням об'єкта або помилками в побудові моделі, можна виправити в наступних циклах [23].

Можна виділити два види моделювання – геометричне (фізичне, об'ємне) і математичне. У першому випадку створюється дослідний зразок системи, що досліджується, в спрощеному виконанні й перевіряються основні експлуатаційні властивості, у другому – створюється математичний опис системи, та, як і в попередньому випадку, досліджується робота моделі в умовах випробувань, але вже математично.

Математичне моделювання лежить в основі технологій: автоматизованого проектування (*computer-aided design – CAD*), автоматизованого виробництва (*computer-aided manufacturing – CAM*) та автоматизованої розробки і конструювання (*computer-aided engineering – CAE*), які використовуються під час вивчення комп'ютерного конструювання та моделювання.

У своїй роботі В. Павлище дає таке визначення змісту понять проектування і конструювання [122]:

– *проектування* – це неперервний процес, у якому наукова і технічна інформація використовується для створення нового пристрою, машини або системи, що дають суспільству певну користь. Проектування передує конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійснених та економічно доцільних рішень. Проектування можливе тільки для попередньо прийнятих варіантів конструктивного виконання об'єкта. Часто ці два процеси не розділяють, бо вони виконуються спеціалістами однієї професії – інженерами-конструкторами. Однак проектування і конструювання процеси різні;

– *конструювання* – створення конкретної однозначної конструкції об'єкта згідно з проектом. Конструкція – це будова, взаємне розміщення частин і елементів будь-якого предмета, машини, приладу, яка визначається його призначенням. Вона передбачає спосіб з'єднання, взаємодію частин, а також матеріал, з якого виготовляються окремі елементи. Конструювання базується на результатах проектування і уточнює всі інженерні рішення, прийняті під час проектування.

Проектування і конструювання мають одну мету – створення нового виробу, який ще не існує або існує в іншій формі та має інші розміри. Проектування і конструювання – це види розумової діяльності, пов'язані зі створенням конкретного уявлюваного образу, який зазнає розумових перетворень (перестановка складових частин, заміна їх іншими елементами чи надання їм іншої форми). Уявлюваний образ об'єкта створюється відповідно до загальних принципів логічного мислення і набуває згодом кінцевої, технічно обґрунтованої форми і будови.

Конструювання раніше здійснювалося вручну – за допомогою креслярських інструментів, наприклад, кульмана (креслярського столу), а дедалі з усе більш широким використанням комп'ютерної техніки – автоматизовано – за допомогою систем автоматизованого проектування (САПР).

Сучасні CAD системи використовують, як правило, обидва принципи побудови об'ємної геометричної моделі.

Підсумовуючи зазначене вище, необхідно відмітити, що саме конструкторсько-технологічні здібності, на наше переконання, слід вважати найвищим виявом професійної діяльності у галузі машинобудування. Завданням вищого навчального закладу у підготовці інженерно-технічних спеціалістів є забезпечення їх готовності до професійної діяльності й формування творчого потенціалу для зростання майстерності й професіоналізму. Але, на жаль, цьому питанню у ВТНЗ приділяється недостатньо уваги, в робочих навчальних планах не враховується наступність щодо розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів.

Таким чином, навчання графічних дисциплін повинне здійснюватися в умовах конструкторсько-технологічної професійної діяльності, з використанням комп'ютерних технологій, які спрямовані на підготовку особистості інформаційного суспільства; формування вмінь працювати з інформацією, приймати оптимальні рішення у будь-якій виробничій ситуації; розвивати технічне мислення, конструкторсько-технологічні та комунікативні здібності, а це забезпечить фундаменталізацію професійної підготовки.

1.2. Геометричне моделювання як засіб розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у студентів

Сучасне суспільство вимагає від людини гнучкості мислення, творчого підходу до вирішення завдань, кмітливості, а не стереотипних дій і шаблонів. Винятковою функцією майбутнього бакалавра з інженерної механіки є інтелектуальне забезпечення процесу створення техніки на основі застосування наукових знань в інженерній діяльності. На цій підставі, по-перше, спеціальна інженерна освіта визначається як сутнісна характеристика інженерної діяльності та, по-друге, ставляться високі вимоги до інженерної освіти, в тому числі й у частині розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у процесі навчання у вищому технічному навчальному закладі.

Необхідною умовою успішності розвитку конструкторсько-технологічних здібностей в інноваційній економіці є володіння фахівцем сучасними методами

конструювання та виготовлення конкурентоспроможних виробів, що включають розробку альтернативних варіантів, їх аналіз та синтез, прогнозування динаміки і тенденції розвитку об'єкта, вміння користуватися тривимірними моделями тощо.

Слід зазначити що, в умовах широкого впровадження інформаційно-комп'ютерних методів навчання під час підготовки студентів у колі науковців-графіків вищих технічних навчальних закладів усе більше піднімається питання щодо реорганізації графічної підготовки (І. Голіяд [38], О. Джеджула [52], Ю. Дорошенко [55], М. Козяр [73], Г. Райковська [153], М. Юсупова [201] та ін.). Увага акцентується на думці, що традиційні методи навчання втрачають свою актуальність і на їх місце приходять інформаційно-комунікаційні. Так, цими дослідниками здійснено низку спроб проаналізувати перспективи інформатизації графічної підготовки та відобразити в своїх дослідженнях її переваги і негативні наслідки. Проте залишаються невирішені питання. Тенденція до створення універсальної технічної освіти вимагає нових підходів, у межах яких, окрім глибокого і міцного засвоєння майбутніми фахівцями фундаментальних інженерних знань, у них повинні сформуватись інноваційні якості, що сприятимуть креативному розвитку професійних здібностей.

Отже, ми вважаємо, що одним із методів інтенсифікації розвитку конструкторсько-технологічних здібностей є підготовка фахівців у новому інформаційному середовищі із застосуванням спеціального програмного забезпечення. Таку підготовку можна вести двома шляхами:

- дати студентам конструкторсько-технологічні знання, що реалізовані в універсальному графічному комп'ютерному середовищі;
- комплексне запровадження педагогічних інформаційно-комунікаційних засобів до навчального процесу, чітка організація самостійної роботи.

Як зазначалося вище, одним із головних чинників, які впливають на засвоєння методів геометричного моделювання, а також на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей у цілому, є якість знань студентів, набутих ними під час вивчення предметів циклу графічної підготовки (нарисна геометрія, інженерна графіка, комп'ютерна графіка).

Підготовка студента до інноваційної конструкторсько-технологічної праці розпочинається з першого семестру навчання – базова графічна підготовка. Проте це не означає, що після опанування базового курсу «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» графічна підготовка завершується. Вона триває впродовж усього навчання у вищому технічному навчальному закладі, утворюючи три взаємопов'язані й взаємозалежні блоки: базовий, конструкторсько-технологічний і проектний [153].

У межах базового блоку, який складається з циклу: «Нарисна геометрія», «Інженерна графіка» і «Комп'ютерна графіка», закладаються основи графічних знань, умінь і навичок. Щодо ролі нарисної геометрії, то слід зазначити, що це математична дисципліна і її завдання полягає не тільки в забезпеченні курсу інженерної комп'ютерної графіки теоретичними основами побудови креслеників, а й у забезпеченні професійно-орієнтованих і спеціальних дисциплін (мова йде не лише про лінійну та нелінійну нарисну геометрію, а й про багатовимірний простір з його різноманітною структурою).

Сучасний етап розвитку графіки можна порівняти з подіями двохсотлітньої давнини, коли Г. Монж запропонував принципово нову технологію побудови двовимірних геометричних зображень просторових об'єктів. На заміну їй прийшло геометричне моделювання три- і чотиривимірних об'єктів, змінилася варіативна оболонка змісту дисципліни. А нам уже вирішувати, прийняти ці зміни чи ні.

Нові підходи з удосконалення курсу нарисної геометрії, на нашу думку, співзвучні з точкою зору науковців, які вбачають майбутнє в 3D-комп'ютерному геометричному моделюванні [52, 73]. Проте перехід має відбуватися поступово, інакше варто частково відмовитися від детального викладу класичних методів нарисної геометрії, а за вихідну інформацію щодо розв'язку задач взяти її просторову модель – 3D, розглядаючи її прості складові (точка, пряма, площина тощо), не виключаючи їх взаємодії між собою на площині.

Термін «комп'ютерна графіка» означає обробку на комп'ютері графічної інформації, а також введення у комп'ютер вихідних даних, які спочатку

представлені в графічній формі, та виведення результатів у вигляді графічних зображень [186].

Комп'ютерна графіка є перспективною галуззю науки, оскільки найбільшу кількість інформації людина отримує саме за допомогою зору, її можна класифікувати таким чином:

- *двовимірна графіка* – зображення, що має два виміри, тобто лежить на площині. Основа комп'ютерної графіки, в тому числі й тривимірної;
- *тривимірна (3D) графіка* – побудова на комп'ютері за допомогою спеціальних програм просторової моделі, яка складається з простих і складних геометричних форм, присвоєння їй фактури, кольору.

Дані види комп'ютерної графіки знайшли широке застосування в системах САПР за допомогою яких автоматизується робота як конструктора так і технолога [74].

До найбільш серйозних сфер застосування комп'ютерної графіки, на думку Є. Нікуліна, відносяться САПР, у яких здійснюється інтерактивна взаємодія конструктора і синтезованого за допомогою комп'ютера зображення виробу або споруди, що створюється [112].

За призначенням і функціями нами виділено наступні види графіки:

- *наукова і ділова графіка* – візуалізація (тобто наочне зображення) об'єктів наукових досліджень, графічна обробка результатів розрахунків, проведення обчислювальних експериментів з наочним представленням їх результатів. Планові показники, звітна документація, статичні зведення – це об'єкти, для яких за допомогою ділової графіки створюються ілюстративні матеріали (графіки, кругові та стовпчасті діаграми);
- *ілюстративна графіка* – програмні засоби ілюстративної графіки дозволяють людині використовувати комп'ютер для довільного малювання, креслення, подібно до того як вона це робить на папері за допомогою олівців, фарб, циркуля, лінійки та інших інструментів. Найпростіші програмні засоби ілюстративної графіки називаються графічними редакторами. Пакети ілюстративної

графіки не мають якоїсь виробничої спрямованості. Тому вони відносяться до прикладного програмного забезпечення загального призначення;

– *художня і рекламна графіка* – характерною особливістю цього класу графічних пакетів є можливість створення реалістичних (тобто дуже близьких до природних) зображень, а також «рухомих картинок». Для створення реалістичних зображень у графічних пакетах цієї категорії використовується досить складний математичний апарат;

– *конструкторська графіка* – використовується в роботі інженерів-конструкторів і технологів. Цей вид комп'ютерної графіки є обов'язковим елементом систем автоматизованого проектування (САПР). Графіка в САПР використовується для підготовки технічних креслеників проєктованих пристроїв. Графіка в поєднанні з розрахунками дозволяє проводити в наочній формі пошук оптимальної конструкції, найбільш вдалого компоновання деталей, прогнозувати наслідки, до яких можуть призвести зміни в конструкції. Засобами конструкторської графіки можна отримувати плоскі зображення (проекції, перетини) і просторові, тривимірні зображення.

Для того щоб представити теоретичну систему знань за методикою навчання геометричного моделювання у процесі підготовки студентів, необхідно визначити об'єкт, предмет, побудувати понятійно-термінологічний апарат та визначити методи роботи викладача.

Об'єктом методики викладання геометричного моделювання є процес вивчення студентами вищих технічних закладів таких предметів: «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Комп'ютерне конструювання та моделювання», тобто цілі вивчення цих дисциплін, зміст програм, методи і форми організації навчально-пізнавальної діяльності студентів і результати навчання.

Предмет пізнання методики викладання геометричного моделювання – це відносно самостійна ланка педагогічних знань та вмінь про конструювання, застосування і розвиток спеціальних методів навчання, за допомогою яких здійснюється регулювання навчальної діяльності викладача та когнітивної

діяльності студентів із формування в них конструкторсько-технологічних здібностей [115].

Враховуючи викладене вище ми вважаємо, що *метою викладання* «Комп'ютерного конструювання та моделювання» є формування у студентів знань сучасних методів геометричного моделювання (на основі дисциплін графічного циклу підготовки) та їх використання при проектуванні, конструюванні та розробці конструкторсько-технологічної документації з використанням сучасних САПР, покращення умінь та навичок роботи з ними.

Відповідно до поставленої мети визначимо основні *задачі* вивчення дисципліни «Комп'ютерне конструювання та моделювання» студентами напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка», 6.050503 «Машинобудування» (галузь знань – 0505 «Машинобудування та матеріалобробка»):

- вивчення основних положень геометричного моделювання;
- вдосконалення роботи студентів у сучасних САПР;
- формування вмінь студентів розв'язувати задачі з використанням САПР;
- засвоєння взаємозв'язку між знаннями, отриманими під час прослуховування дисциплін загального циклу (теоретична механіка, матеріалознавство, опір матеріалів, нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка тощо), та методами проектування, конструювання і розробки конструкторсько-технологічної документації;
- оволодіння дослідницькими методиками для вирішення спеціальних конструкторсько-технологічних завдань.

Слід зазначити, що однією із головних перешкод при вивченні загальнотехнічних дисциплін є робота з понятійно-термінологічним апаратом.

Як і в будь-якій іншій науці, в геометричному моделюванні основні поняття слугують фундаментом процесу його навчання і в той же час є показниками рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей інженерно-технічного фахівця.

Під час впорядкування понятійно-термінологічного апарата геометричного моделювання можна запропонувати декілька засад для класифікації. Класифікацію, у свою чергу, слід розглядати за джерелами формування [199].

Дидактико-методичні поняття використовуються в методиках викладання різних предметів і варіюються залежно від предмета, наприклад:

Дидактика:	Методика:
– цілі навчання;	– цілі навчання геометричного моделювання;
– розвиваюче навчання.	– розвиток конструкторсько-технологічних здібностей.

Методико-технічні поняття – це поняття та терміни науки, що викладається, – техніки (у нашому випадку – геометричного моделювання). Вони визначають назви об'єктів навчання, тобто розділів, тем чи підтем занять або назви конструкторських і технологічних явищ, процесів, які входять у коло засвоєння студентами та необхідні для вирішення тих чи інших задач і розвитку конструкторсько-технологічних здібностей.

Методичні поняття можна поділити на такі підгрупи:

1. Методичні поняття та терміни, що є результатом поділу загальних дидактико-методичних понять. Наприклад, «навчання інженерній графіці», «вивчення основ тривимірного моделювання з використанням САПР» (дидактико-методичні поняття), «навчання вмінню читати кресленик», «навчання алгоритму побудови робочого кресленика деталі на основі тривимірної моделі в САПР».

2. Назви методів, методичних прийомів, що характерні не для дидактики в цілому, а для навчання технічних дисциплін. На відміну від першої підгрупи, ці терміни не є результатом відокремлення від дидактико-методичних понять і не мають з ними прямих зв'язків. До них відносяться, наприклад, «технічний диктант», «побудова креслеників деталей», «розрахунок режимів різання» тощо.

3. Назви різноманітних засобів навчання геометричного моделювання – назви різноманітних демонстраційних пристроїв і механізмів, літератури, спеціальних програмних модулів САПР, що використовуються у процесі навчання, наприклад, «бібліотека розрахунку зубчастих коліс», «3D-принтер» тощо.

Сучасний кваліфікований інженер повинен володіти не тільки визначеним набором знань, умінь та навичок, а й уміти орієнтуватися в нестандартних виробничих ситуаціях і знаходити нові, нетипові рішення.

Як уже зазначалося, головною складовою конструкторсько-технологічних здібностей сучасного кваліфікованого інженера є така якість особистості, як його креативний потенціал.

Під креативним потенціалом розуміється готовність до створення суб'єктивно та об'єктивно нових, оригінальних ідей і готовність відхилятися від традиційних схем мислення [100]. Студент, який має високий рівень сформованості креативного потенціалу, може самостійно знаходити нові шляхи вирішення виробничих задач, що не мають аналогів, та успішно реалізовувати їх на практиці під час своєї професійної діяльності.

На нашу думку творча активність студента є умовою виявлення і розвитку його творчого потенціалу і механізмом реалізації та вдосконалення конструкторсько-технологічних здібностей.

У роботі [88] зазначається, що джерелом творчої активності студентів є насамперед інтерес до процесу та результату своєї праці, який має забезпечуватися наявністю пізнавальної мотивації, усвідомленням набуття знань, що веде до перебудови психологічних процесів сприймання, пам'яті, мислення, уяви. Як відомо, формуванню пізнавальних мотивів сприяють усі засоби вдосконалення навчального процесу: оновлення змісту навчальних курсів, модернізація структури занять, налагодження міжпредметних зв'язків, удосконалення методів навчання, розширення форм самостійної роботи студентів.

Для розвитку творчої активності майбутніх інженерів-механіків необхідно оновлювати не лише зміст навчальних програм дисциплін як загального, так і спеціального циклів підготовки, а й методики їх викладання, враховуючи сучасний стан розвитку науки і техніки; наполегливо впроваджувати в навчальний процес сучасні інформаційно-комп'ютерні технології; використовувати спеціальне програмне забезпечення, яке застосовується в тій чи іншій галузі сучасного виробництва.

Аналізуючи структуру конструкторсько-технологічних здібностей, не можна не звернути увагу на роль викладача, його методичну діяльність у проектуванні та конструюванні навчального процесу, через взаємозв'язок набутих раніше студентами знань загально-технічного характеру та вивченням геометричного моделювання.

Таким чином, потребує розв'язання й проблема творчої професійної діяльності викладача як організатора педагогічного процесу. Творчий потенціал викладача повинен включати не тільки нестандартний, пошуковий та інноваційний підходи до організації і здійснення педагогічного процесу, а й постійне його вдосконалення та збагачення.

Ми вважаємо, що на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів значно впливає як їх готовність до засвоєння навчального матеріалу, що подається викладачем, так і його методична діяльність. Саме він стає тією особистістю, яка свідомо регулює стандарти своєї поведінки. Перш за все це відбувається через усвідомлення свого професійного досвіду. Зважаючи на це, кожен викладач геометричного моделювання («Комп'ютерного конструювання та моделювання»), повинен постійно підвищувати свою кваліфікацію, вивчати інноваційні методи проектування виробів засобами САПР, сучасну організацію виробництва.

Більш докладно розглянемо самостійний вид професійної діяльності викладача геометричного моделювання, а саме його методичну діяльність. У педагогічній літературі виділяють три основні характеристики методичної діяльності викладача [7]:

- постійна самоосвіта, робота над удосконаленням дидактичних засобів навчання студентів геометричного моделювання, підвищення кваліфікації в сфері використання САПР;
- навчання не тільки конкретному предметові, а й використання міжпредметних зв'язків для покращення розвитку конструкторсько-технологічних здібностей;

– сукупність відносно самостійних умінь з чітко вираженою специфікою в області геометричного моделювання.

Визначимо основні особливості методичної діяльності викладача геометричного моделювання.

Метою такої діяльності є підтвердження теоретичних знань студентів практичними прикладами їх використання, що застосовуються у сучасному виробництві.

Об'єктом є процес формування у студентів конструкторсько-технологічних здібностей (знань, умінь та навичок).

Предмет цієї діяльності складають різноманітні прийоми та методи, способи реалізації та регулювання процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей з урахуванням специфіки різних САПР.

Основними *функціями методичної діяльності* викладача геометричного моделювання є:

- *аналітична*: постійний аналіз теоретичної та професійної складових навчання студентів; аналіз сучасних методів виробництва і застосування їх у підготовці студентів; аналіз сучасних методів навчання фахівців конструкторсько-технологічного напрямку;

- *проектувальна*: перспективне планування та розробка змісту навчання і навчальної діяльності студентів;

- *конструктивна*: планування занять (лекційних, практичних, лабораторних), визначення форм подачі навчального матеріалу студентам;

- *нормативна*: визначення та розробка засобів навчання відповідно до освітніх стандартів, вимог навчальних програм, умов здійснення освітнього процесу у вищих технічних навчальних закладах України;

- *дослідницька*: визначення методики проведення досліджень сучасних методів навчання студентів конструкторсько-технологічного профілю підготовки.

Методична діяльність, прийоми і способи її реалізації – це складний розумовий процес викладача.

Суб'єктами *методичної діяльності* є викладач або група викладачів, діяльність яких направлена на розробку новітніх способів викладання геометричного моделювання для студентів вищих технічних закладів України.

Продуктами (результатами) методичної діяльності є: опрацьований та відібраний навчальний матеріал у різноманітних формах подачі інформації студентам; алгоритми розв'язування задач (виконання побудов тривимірних моделей); підготовлені робочі зошити; методичне забезпечення; навчальні програми тощо. Такими продуктами повинні користуватися студенти під час проведення занять.

Отже, під методичною діяльністю ми розуміємо самостійний вид професійної діяльності викладача з проектування, розробки та конструювання, дослідження засобів навчання, що дозволяють регулювати навчальну діяльність предмета, зокрема «Комп'ютерного конструювання та моделювання».

Основою самоосвіти викладача є різнобічний досвід науково-педагогічного працівника як професіонала, що постійно розвивається, становлення майстерності якого прогресує від однієї стадії до іншої. Викладач проводить постійну рефлексію власної діяльності при підготовці до занять та при аналізі їх результатів.

Рефлексія – це унікальна здатність людської свідомості в процесі сприйняття діяльності сприймати й саму себе, внаслідок чого людська свідомість постає як самосвідомість.

Дослідницька діяльність викладача дає йому можливість здійснити синтез знань через експеримент і набути новий досвід (негативний чи позитивний). Відрефлексований досвід породжує нові знання, через корекційну діяльність він вибудовує стратегію свого саморозвитку, повертаючись знову до творчого пошуку, підіймаючись на новий рівень свого професійного самовдосконалення. На скільки вищим стає рівень рефлексії викладача, на стільки вищим є його готовність і здібність до зміни суб'єктивної системи установок. Отже, він може досягти педагогічних здібностей у змінюваних умовах сучасності, а самоосвіта буде засобом розвитку його професіоналізму.

Як вже зазначалось, конструкторсько-технологічні здібності студента – одна із складових в структурі діяльності фахівця, де закладається здатність до професійної діяльності, що направлена на формування інженерного мислення. Такою діяльністю є інженерне проектування. Його реалізація у вищих технічних навчальних закладах наближає студента до реальної професійної діяльності, робить активними його знання, вчить використовувати не лише наявні, але й відшукувати необхідні для розв’язування задачі знання. Багатозначність відповідей, необхідність прийняття послідовних рішень «в режимі реального часу» різко збільшує інтерес студентів до праці і відкриває простір для розвитку індивідуальності. Так, студенти у процесі розробки тривимірних моделей деталей машин повинні приймати рішення щодо вибору послідовності операцій їх побудови, і залежно від своїх індивідуальних здібностей кожен студент буде виконувати побудову по-своєму: хтось буде виконувати побудову послідовно, а хтось буде комбінувати операції.

Міждисциплінарність інженерного проектування сприяє тому, щоб у студента в ході вирішення реальної проектної задачі інтегрувалися всі знання – від філософії і фізики через математику та інформатику до спеціальних дисциплін [22].

Для покращення засвоєння студентами інженерно-технічного напряму підготовки основ геометричного моделювання значну увагу, на нашу думку, слід приділяти якості освітньої діяльності викладача.

Якість освітньої діяльності - рівень організації освітнього процесу у вищому навчальному закладі, що відповідає стандартам вищої освіти, забезпечує здобуття особами якісної вищої освіти та сприяє створенню нових знань [61].

Викладач повинен постійно аналізувати всі компоненти навчального процесу та комплексне методичне забезпечення підготовки спеціаліста (освітній стандарт, навчальний план, робочий навчальний план з предметів, підручники, посібники та інший дидактичний матеріал тощо).

Так, результатами діяльності викладача геометричного моделювання з аналізу навчально-програмної документації буде:

- його загальна орієнтація в системі підготовки студентів;
- визначення вимог до знань, умінь, та навичок майбутнього спеціаліста;

- визначення широти професійної діяльності;
- розробка (модернізація) робочої програми з дисципліни (додатки Б та В);
- розробка матеріалів для проведення лекційних, практичних (лабораторних)

занять;

- визначення міжпредметних зв'язків дисциплін всередині циклу та між циклами підготовки;
- планування занять відповідно до тем.

Зміст навчання формується на основі державних стандартів з підготовки спеціалістів того чи іншого напрямку. У законі України «Про вищу освіту» [61] чітко зазначено, що стандарти вищої освіти повинні розроблятися для кожного рівня вищої освіти в межах кожної спеціальності відповідно до Національної рамки кваліфікацій і використовуватись для визначення та оцінювання якості змісту та результатів освітньої діяльності вищих навчальних закладів (наукових установ).

Стандарт вищої освіти визначає такі вимоги до освітньої програми:

- 1) обсяг кредитів ЄКТС, необхідний для здобуття відповідного ступеня вищої освіти;
- 2) перелік компетентностей випускника;
- 3) нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання;
- 4) форми атестації здобувачів вищої освіти;
- 5) вимоги до наявності системи внутрішнього забезпечення якості вищої освіти;
- 6) вимоги професійних стандартів (у разі їх наявності).

Критеріями відбору навчального матеріалу для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей можуть бути:

- типовість (для основних галузей машинобудівного виробництва та видів професійної діяльності);
- повна відповідність основним напрямкам розвитку науки і техніки (використання нових версій САПР, аналіз їх впровадження в сучасному виробництві);

- можливість організації навчального матеріалу в цілісну систему взаємопов'язаних знань (врахування раніше набутих студентами знань загально-технічного циклу підготовки);

- тісний взаємозв'язок навчального матеріалу з майбутньою практичною діяльністю випускників, а саме використання під час навчання комп'ютерного конструювання та моделювання завдань, що вирішуються у реальному виробництві.

Відтак дослідження процесів впровадження системи геометричного моделювання як основи розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, підготовки конкурентоздатних інженерів-механіків у вищій школі є актуальною проблемою професійної освіти. І сучасні вимоги, що висувуються до професійної підготовки бакалаврів з інженерної механіки у ВТНЗ передбачають досягнення інтегрованого кінцевого результату освіти, в якості якого розглядається сформованість ключових конструкторсько-технологічних здібностей у студентів як єдності узагальнених знань, умінь та навичок, універсальних здібностей і готовності до вирішення великих груп завдань – від особистісних до соціальних та професійних і спеціальних професійних, що визначають володіння власне професійною діяльністю на досить високому рівні, готовність до інновацій у професійній області.

Аналізуючи викладене вище, ми вважаємо, що інтенсифікація розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ не можлива без впровадження в навчальний процес САПР.

1.3. Науково-методичні аспекти САПР у професійній підготовці студентів вищих технічних навчальних закладів

Формування інформаційного суспільства викликало значні зміни в характері сучасного виробництва. Широке використання комп'ютерної техніки та САПР у всіх сферах діяльності майбутнього інженера-механіка (проектування, виготовлення та експлуатація машин і механізмів) висуває до їхньої професійної кваліфікації,

зокрема конструкторсько-технологічних здібностей, низку додаткових вимог, які полягають в оволодінні новими інформаційними технологіями [76].

Науково-методологічні аспекти впровадження САПР у навчальний процес висвітлено у роботах О. Атлягузової [3], С. Ахтямової [4], Г. Виноградової [24], О. Лейбова [91], Л. Угарової [182] та інших дослідників, які зізначають що для забезпечення фундаментальної та спеціальної підготовки в області автоматизованого проектування студент повинен бути підготовленим до наступних видів професійної діяльності: проектно-конструкторської, виробничо-технологічної, організаційно-управлінської, науково-дослідної, експлуатаційної. Це обумовлює необхідність формування їх конструкторсько-технологічних здібностей.

Отже, навчання має бути прозорим та особистісно-орієнтовним процесом, а також масовим та вузькопрофесійним. Студент – головний учасник навчального процесу. Зокрема, викладач, інформація, методи та навички стають навчальними ресурсами, на основі яких будується процес навчання. Сукупно все вказане має бути орієнтованим на потреби ринку.

Враховуючи вимоги сьогодення, а також освітньо-кваліфікаційні характеристики та освітньо-професійні програми сучасним студентам вищих навчальних закладів вкрай важливо навчитися правильно відбирати, адаптувати та технологічно грамотно опрацьовувати інформацію відповідно до власних потреб і поставлених задач. Усе це вимагає побудови такого навчального процесу підготовки студентів, кінцевим результатом якого мають бути знання, уміння, навички – конструкторсько-технологічні здібності щодо побудови і реалізації новітніх технологій ефективного вирішення різноманітних завдань сучасного виробництва з використанням комп'ютерної техніки.

На даний час відбувається становлення інформаційного суспільства, яке ґрунтується на розумі, інтелекті, ерудиції. Необхідною якісною характеристикою студента є високий рівень інформаційної культури, а викладач повинен допомогти студенту засвоїти нові навички у зв'язку з тим, що сучасні інформаційні технології усе глибше проникають у сферу виробничої діяльності та потребують розвинених конструкторсько-технологічних здібностей.

Широке застосування у навчальному процесі знаходять мультимедійні інформаційні технології, за допомогою яких викладач може краще довести основний зміст матеріалу до студента. Так, наприклад, збільшене зображення працюючої САПР на великому екрані в поєднанні з поясненнями викладача дасть студентові краще уявлення про задачі, які можна виконати за допомогою даної системи.

Системи мультимедіа широко використовуються для реалізації електронних підручників з кольоровою графікою, навчаючих систем, мультимедійних бібліотек, довідкових географічних інформаційних систем, а також дозволяють завчасно формувати навчальний матеріал для інформаційної підтримки різноманітних форм навчальної діяльності – читання лекцій, проведення практичних занять і тестування, самостійної роботи студентів тощо.

Розвиток творчого потенціалу майбутнього працівника у процесі професійної підготовки у вищому технічному навчальному закладі досліджувала О. Попова. Вона вперше розробила, теоретично обґрунтувала модель та педагогічні умови розвитку творчого потенціалу студентів у процесі їхньої професійної підготовки, уточнила сутність і зміст понять «творчий потенціал інженера», «розвиток творчого потенціалу студента вищого технічного навчального закладу», структуру, критерії й показники розвитку творчого потенціалу студентів [129].

Викладачам нарисної геометрії, інженерної так комп'ютерної графіки слід стимулювати розвиток креативності студентів, починаючи з перших занять. Це, в свою чергу, сприятиме кращому засвоєнню ними основ геометричного моделювання під час прослуховування курсу комп'ютерного конструювання та моделювання, покращить їхні конструкторсько-технологічні здібності та дасть змогу майбутнім інженерам успішно конкурувати на сучасному ринку праці.

Надзвичайно велике значення при підготовці студентів технічного профілю має впровадження викладачем сучасних освітніх технологій – науково-обґрунтованих і унормованих за метою підготовки спеціалістів, змістом освіти, місцем та термінами навчання, системами, формами, методами, засобами і процедурами, що використовуються для організації та здійснення спільної навчальної діяльності тих, хто навчає, та тих, хто навчається [72].

У сучасних освітніх технологіях інноваційні процеси мають дискретний, циклічний характер, тісно пов'язаний з життєвим циклом нововведення, та залежать від дії низки чинників, серед яких головними є:

- готовність студентів до сприяння сучасних освітніх технологій та позитивна мотивація навчальної діяльності в цій ситуації;
- готовність викладачів і студентів до творчої діяльності;
- оптимальний психологічний клімат освітнього процесу та майстерність педагогів;
- врахування аспектів управління вищим навчальним закладом.

Основним завданням навчального процесу у вищій школі є цілеспрямована і планомірна підготовка майбутніх фахівців різного профілю до творчої життєдіяльності у сучасному суспільстві. Навчальний процес у вищій школі – це система організації навчально-виховної діяльності, в основу якої покладено органічну єдність і взаємозв'язок викладання (діяльність викладача) і учіння (діяльність студента), спрямованих на досягнення цілей навчання, розвитку особистості студента, його підготовки до професійної діяльності. За висловом відомого дидакта, академіка Ю. Бабанського процес навчання – це цілеспрямована взаємодія вчителя та учнів, у ході якої розв'язуються завдання освіти, виховання і загального розвитку особистості. У процесі навчання відбувається передача накопиченого попередніми поколіннями соціального досвіду та його трансформація. Навчання таким чином постає окремим, специфічним видом суспільної діяльності, перетворюється у засіб передачі соціального досвіду. Єдність викладання й учіння є об'єктивною характеристикою навчального процесу у вищій школі, адже у ньому беруть участь два діючі суб'єкти: викладач, діяльність якого спрямована на управління навчально-пізнавальною діяльністю студента на основі врахування об'єктивних і суб'єктивних закономірностей, принципів, методів, організаційних форм і засобів навчання, та студенти, які в процесі учіння засвоюють знання, уміння та навички, регламентовані навчальними планами та програмами [180].

Удосконалення навчального процесу потребує системного підходу, який складається з чотирьох етапів [104]:

- аналіз потреб навчання;
- розробка програм і навчальних планів;
- безпосередньо навчальний процес;
- оцінка ефективності навчального процесу.

Так, зокрема викладачам комп'ютерного конструювання та моделювання потрібно постійно слідкувати за інноваційними змінами САПР не тільки на тому чи іншому етапах виробництва, а й застосування їх у наукових дослідженнях, підвищувати свою кваліфікацію, постійно оновлювати програмне забезпечення поряд із дослідженням науково-технічних розробок машин, механізмів, технологій тощо.

Навчання студентів у найновіших версіях САПР дозволить надати їм найбільш сучасних знань, а також підвищити їх конкурентоспроможність в сучасних умовах ринку праці.

Враховуючи викладене вище та зважаючи на те, що сучасні методи навчання студентів технічного профілю тісно пов'язані із використанням відповідних (спеціальних) САПР, нами було визначено основні шляхи покращення розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів, а саме:

1. Провести аналіз САПР різних типів, відповідно до прийнятої класифікації та дослідити можливості їх застосування для покращення розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у процесі навчання.

2. Визначити послідовність використання САПР студентами у процесі навчання з метою виявлення оптимальної методики розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, яка передбачає інтеграцію набутих студентами знань під час прослуховування дисциплін загальноінженерного циклу в одному навчальному курсі.

3. На основі оптимальної методики (п. 2) розвитку конструкторсько-технологічних здібностей розробити (модернізувати) навчальну програму дисципліни «Комп'ютерне конструювання та моделювання» (додатки Б, В).

У процесі розвитку науки і техніки створювані людиною технічні системи, пристрої, споруди стають все більш складними. Одночасно підвищуються вимоги до

термінів проектування нових виробів, загострюється конкуренція на ринку машинобудівної продукції. В цих умовах традиційні неавтоматизовані методи проектування виявляються неефективними. Для скорочення тривалості виробничо-технологічного циклу створення машин широке використання САПР стало нагальною необхідністю.

Автоматизація проектування технологічних процесів охоплює основні науково-методологічні аспекти проблеми автоматизації найважливішої функції технологічної підготовки виробництва, включаючи проектування процесів виготовлення деталей і складання машин, це невід’ємна складова сучасного науково-технічного прогресу. Проектування технічних об’єктів без автоматизації потребує надмірно великих витрат часу та людських ресурсів. Проекти найбільш складних об’єктів створюються з обов’язковим використанням САПР.

Епізодичне вирішення окремих інженерних задач на електронних обчислювальних машинах (ЕОМ) почалося відразу після появи швидкодіючих обчислювальних машин. Перші тиражовані програми для вирішення завдань аналізу схем і конструювання друкованих плат з’явилися в першій половині 60-х років. На рубежі 60–70-х років об’єднання наявних програмних засобів та тих, що розроблюються, призвело до створення програмно-методичних комплексів для проектування ЕОМ та їх елементної бази, що означало появу перших систем автоматизованого проектування. Тоді були створені програми для розв’язування задач будівельної механіки, аналізу електронних схем, проектування друкованих плат. Подальший розвиток САПР продовжувався шляхом створення апаратних і програмних засобів комп’ютерної графіки, підвищення обчислювальної ефективності програм моделювання та аналізу, розширення сфер застосування САПР, спрощення інтерфейсу користувача, впровадження в САПР елементів штучного інтелекту. Однією з головних тенденцій розвитку стала інформаційна інтеграція САПР з іншими промисловими автоматизованими системами в руслі CALS –технологій [114].

До теперішнього часу створена велика кількість програмно-методичних комплексів для САПР з різним ступенем спеціалізації та прикладної орієнтації.

В результаті автоматизація проектування стала необхідною складовою частиною підготовки студентів різних спеціальностей: інженер, який не володіє знаннями і не вміє працювати в САПР, не може вважатися повноцінним фахівцем.

З огляду нашого дослідження зазначимо основні можливості САПР [171]:

- створення та оформлення креслеників відповідно до системи конструкторської документації (СКД ДСТУ, ДСТУ ISO);
 - виконання креслеників та оформлення робочої документації в архітектурно-будівельному проектування та суміжних галузях;
 - автоматизація інженерних розрахунків;
 - розробка даних для обробки деталей за допомогою верстатів з ЧПУ;
 - проектування меблів та дизайн інтер'єрів;
 - проектування систем контролю та управління, обліку енергії, ланцюгів вторинних комунікацій;
 - проектування електрообладнання та виконання електротехнічних розрахунків;
 - проектування друкованих плат та інших електронних компонентів;
 - створення документів у сфері геодезії, геології, землеустрою, проектування генеральних планів;
 - проектування автомобільних доріг;
 - планування, проектування та супровід гірських робіт.
- У процесі проектування за допомогою САПР у якості проміжних та кінцевих рішень можна отримати такі відображення:
- форми та геометричних параметрів – плоскі та об'ємні зображення об'єктів проектування (кресленики, схеми, тривимірні моделі тощо);
 - структури – кінематичні, гідравлічні, електроні та інші схеми, маршрутні та операційні карти тощо;
 - часових та просторових відношень – циклограми, номограми, мережеві графіки тощо;
 - систем функціонування – наприклад, динамічні та кінематичні схеми, що виконані у режимі анімації;

– стану об’єкта – формалізований математичний опис об’єкта для розрахунку його параметрів, проведення чисельних експериментів тощо;

– цифрового прототипу, що дозволяють імітувати різноманітні реальні ситуації, у яких може опинитися майбутній об’єкт проектування.

Щодо структури САПР то вона включає [120]:

1. Автоматизоване проектування (*computer-aided design – CAD*) є технологією, суть якої полягає у використанні комп’ютерних систем для полегшення створення, змін, аналізу і оптимізації проектів.

2. Автоматизоване виробництво (*computer-aided manufacturing – CAM*) – це технологія, що полягає у використанні комп’ютерних систем для планування, управління і контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства.

3. Автоматизоване конструювання (*computer-aided engineering – CAE*) – полягає у використанні комп’ютерних систем для аналізу геометрії CAD, моделювання і вивчення поведінки виробу для удосконалення та оптимізації його конструкції.

Таким чином, технології CAD, CAM і CAE полягають в автоматизації та підвищенні ефективності конкретних стадій життєвого циклу виробу. Розвиваючись незалежно, ці системи потребують інтеграції процесів проектування і виробництва. Для вирішення цієї проблеми була запропонована нова технологія, що одержала назву комп’ютерно-інтегрованого виробництва (*computer-integrated manufacturing – CIM*). Технологія CIM передбачає використання комп’ютерної бази даних для ефективнішого управління всім підприємством, зокрема бухгалтерією, плануванням, доставкою та іншими завданнями, а не тільки проектуванням і виробництвом, які охоплювалися системами CAD, CAM і CAE. CIM часто називають філософією бізнесу, а не комп’ютерною системою.

Зокрема існує ще один спосіб класифікації САПР – за характером базової підсистеми. У цій класифікації розрізняють такі САПР [113]:

1. САПР на базі підсистеми машинної графіки та геометричного моделювання. Ці САПР орієнтовані на пристрої, де основною процедурою проектування є

конструювання, тобто визначення просторових форм та взаємного розташування об'єктів. Тому до цієї групи належить більшість графічних ядер САПР у галузі машинобудування.

2. САПР на базі СУБД. Вони орієнтовані на програми, у яких при відносно нескладних математичних розрахунках обробляється великий обсяг даних. Такі САПР переважно зустрічаються в техніко-економічних програмах, наприклад, при проектуванні бізнес-процесів, але застосовуються також при проектуванні об'єктів, що подібні до щитів управління в системах автоматики.

3. САПР на базі конкретного прикладного пакета. Фактично це автономні програмно-методичні комплекси, що використовуються, наприклад, для імітаційного моделювання виробничих процесів, розрахунку міцності за методом скінченних елементів, синтезу і аналізу систем автоматичного управління тощо. Часто такі системи належать до систем CAE. Прикладами можуть слугувати програми логічного проектування на базі мови VHDL, математичні пакети типу MathCAD.

4. Комплексні (інтегровані) САПР, що складаються із сукупності підсистем попередніх видів. Характерними прикладами комплексних САПР є CAE/CAD/CAM системи в машинобудуванні або САПР великих інтегральних схем (ВІС). Так, САПР ВІС включають в себе СУБД і підсистеми проектування компонентів, принципів, логічних і функціональних схем, топології кристалів, тестів для перевірки придатності виробів. Для керування такими складними системами застосовують спеціалізовані системні середовища.

Іншим, більш простим, варіантом класифікації САПР є класифікація за вартістю [14]:

- САПР нижнього рівня: \$500–\$2000 за робоче місце;
- САПР середнього рівня: \$2000–\$20000 за робоче місце;
- САПР високого рівня: понад \$20000 за робоче місце.

Звичайно, таким методом можна класифікувати всі наявні САПР, але така класифікація малоінформативна щодо їх спеціалізації та функціонального призначення, її можна використовувати як додаткову до вже існуючих,

розширюючи інформативну частину ціновими показниками. Хоча, зважаючи на нестабільність курсів валют і цінової політики взагалі, покладатися на абсолютну точність цих показників не варто.

Окрім викладеної вище структури, САПР також поділяються на три класи [54]:

1. Важкі САПР (CAD – CAE – CAM). До представників цього класу належать:

- Unigraphics NX від компанії EDS;
- CATIA від французької фірми Dassault Systems та IBM;
- ProEngineer від Parametric Technology Corporation.

Головна особливість цих потужних САПР – великі функціональні можливості, висока продуктивність і стабільність роботи – все це результат їх тривалого розвитку. Ці системи в основному використовують свої стандарти зберігання даних і в своєму складі мають набір конверторів для передачі моделей в інше програмне забезпечення.

2. Середні САПР (CAD – CAE/CAM). Представники цього класу:

- SolidWorks + Cosmos / VisualNastran від компаній SW та MSC;
- Компас 3D + Вертикаль від компанії АСКОН.

Важливу роль у становленні середнього класу САПР відіграли два так звані ядра твердотільного параметричного моделювання ACIS і Parasolid, які з'явилися на початку 1990-х рр. і зараз використовуються в більшості САПР. Геометричне ядро слугує для точного математичного подання тривимірної форми виробу і управління цією моделлю. Отримані з його допомогою геометричні дані використовуються системами CAD, CAE і CAM для розробки конструктивних елементів, складників і виробів.

3. Легкі САПР (CAD). Представники:

- AutoCAD від компанії Autodesk;
- Компас Lite від компанії АСКОН.

Програми «легкої» категорії використовують для креслення, тому їх зазвичай називають електронною креслярською дошкою. До теперішнього часу вони

поповнилися деякими тривимірними можливостями, але, як правило, не виконують параметричного моделювання, якими володіють важкі та середні САПР.

Як і будь-яка складна система, САПР складається зі структурних одиниць: програмно-методичних комплексів, програмно-технічних комплексів і підсистем [13].

Програмно-методичний комплекс (ПМК) – взаємопов’язана сукупність деяких частин програмного, методичного та інформаційного забезпечення, яка необхідна для отримання закінченого проектного рішення щодо об’єкта проектування або для виконання певних уніфікованих процедур.

Програмно-технічний комплекс (ПТК) – взаємопов’язана сукупність програмно-методичних комплексів, що об’єднані за певною ознакою, та засобів технічного забезпечення САПР.

Поняття ПМК відноситься до програмних засобів, а поняття ПТК – до обчислювальних систем, що об’єднують апаратні та програмні засоби і призначені для застосування в САПР.

ПМК та ПТК являють собою промисловий продукт, що розробляється, виготовляється і поставляється для створення та розвитку САПР на підприємствах замовників.

Підсистема САПР – це складова структурна частина САПР, що володіє всіма властивостями системи і є самостійною системою, яка здатна реалізовувати вторинні задачі, що спрямовані на досягнення спільної мети системи. Розрізняють підсистеми проектувальні та обслуговуючі.

Проектувальні підсистеми безпосередньо виконують проектні процедури. Прикладами проектувальних підсистем можуть бути підсистеми геометричного тривимірного моделювання механічних об’єктів, виготовлення конструкторської документації, схемо-технічного аналізу, трасування з’єднань в друкованих платах.

Обслуговуючі підсистеми забезпечують функціонування проектувальних підсистем (наприклад, підсистеми графічного відображення стану предмета виробництва, інформаційно-пошукові, підсистеми формування текстових

документів і т. д.), їх сукупність часто називають системним середовищем (або оболонкою) САПР.

Проміжне становище між проектувальними і обслуговуючими підсистемами в більшості САПР займає підсистема машинної графіки. Поняття підсистеми САПР близьке до поняття програмно-технічного комплексу САПР, проте є відмінності. Одна підсистема під час функціонування може використовувати ресурси більш ніж одного програмно-технічного комплексу. У підсистемі можуть використовуватися один або кілька програмно-методичних комплексів, причому в процесі вдосконалення підсистеми ті чи інші ПМК замінюються новими з поліпшеними характеристиками.

Слід зауважити, що підсистеми діляться на складові, які прийнято називати компонентами.

Структурування САПР за різними аспектами обумовлює появу видів забезпечення САПР. Прийнято виділяти сім видів забезпечення САПР:

- *технічне* – включає у себе різноманітні апаратні засоби (комп'ютер, периферійні пристрої, мережеве обладнання, лінії зв'язку, засоби вимірювання), що використовуються в САПР для переробки, збереження, передачі інформації, організації спілкування людини з комп'ютером, виготовлення проектної документації;

- *математичне* – об'єднує математичні методи, моделі та алгоритми для виконання автоматизованого проектування. Математичне забезпечення реалізується у програмному забезпеченні САПР;

- *програмне* – сукупність програм, які представлені у заданій формі разом із необхідною програмною документацією, що призначена для використання в САПР;

- *лінгвістичне* – сукупність мов, що використовуються в САПР для представлення інформації про об'єкти, які проектуються, процеси та засоби проектування, якою користувачі обмінюються з комп'ютером та між собою у процесі автоматизованого проектування;

- *інформаційне* – складається з бази даних, систем керування базами даних, а також включає інші дані, що використовуються при проектуванні;

– *методичне* – документи, в яких відображено склад, правила відбору та засоби експлуатації автоматизованого проектування. Інколи поняття методичного забезпечення розширюють, включаючи до нього лінгвістичне та математичне забезпечення;

– *організаційне* – положення, інструкції, накази, штатні розклади, кваліфікаційні вимоги та інші документи, що регламентують організаційну структуру підрозділів проектного підприємства та їх взаємодію з комплексом засобів автоматизованого проектування.

Класифікацію САПР, поряд з вище зазначеним здійснюють за низкою ознак: за сферою використання, за цільовим призначенням, за масштабами та комплексністю задач, що розв'язуються, за характером базової підсистеми (ядра САПР).

За сферою використання найбільш широко застосовуються:

- 1) САПР для машинобудування (MCAD – Mechanical CAD);
- 2) САПР для радіоелектроніки (ECAD – Electronic CAD, EDA – Electronic Design Automation);
- 3) САПР у галузі архітектури та будівництва (ArCAD – Architecture CAD).

У вказаних трьох основних групах відомі такі спеціалізовані САПР: САПР літальних апаратів, САПР кораблебудування, САПР електричних машин, САПР великих інтегральних схем.

За цільовим призначенням розрізняють САПР або їх підсистеми, що реалізують різноманітні аспекти проектування. Так, наприклад, у складі машинобудівних САПР (MCAD) виділяють:

- САПР функціонального проектування (CAE – Computer Aided Engineering);
- конструкторські САПР (CAD – Computer Aided Design);
- технологічні САПР, автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва (CAM – Computer Aided Manufacturing).

За масштабами розрізняють:

- окремі ПМК САПР, до яких, наприклад, відноситься комплекс аналізу міцності виробів методом кінцевих елементів, комплекс динамічного аналізу механічних конструкцій, комплекс аналізу електронних схем тощо;

- системи ПМК;

- системи з унікальною архітектурою програмного та технічного забезпечення.

За характером базової підсистеми розрізняють такі САПР:

- САПР на основі систем управління базами даних (СУБД);

- САПР на базі підсистем машинної графіки та геометричного моделювання;

- САПР на основі конкретних прикладних пакетів;

- комплексні (інтегровані) САПР складаються із сукупності підсистем попередніх видів.

Розглянемо більш детально характеристики САПР для машинобудування, вивчення яких студентами технічних ВТНЗ значно впливає на розвиток їх конструкторсько-технологічних здібностей.

САПР для машинобудування поділяють на: ***конструкторські та технологічні***.

Конструкторські САПР (CAD-системи) за своєю функціональністю в машинобудуванні поділяються на дві великі групи, а саме:

- двовимірне (2D) проектування, до якого відноситься креслення та виготовлення конструкторської документації;

- тривимірне (3D) проектування – отримання тривимірних моделей об'єктів та їх реалістична візуалізація, взаємне перетворення двовимірних і тривимірних моделей, розрахунки параметрів тривимірних моделей.

Технологічні САПР (CAM-системи). До основних функцій таких систем слід віднести:

- розробку технологічних процесів виготовлення деталей машин;

- синтез програм для технологічного обладнання з числовим програмним управлінням (ЧПУ);

- моделювання процесів обробки, у тому числі траєкторій відносного руху інструмента та заготовки у процесі обробки;
- генерація постпроцесорів для конкретних типів обладнання з ЧПУ;
- розрахунок норм часу обробки.

Такі системи, зазвичай, тісно інтегруються з конструкторськими САПР (Вертикаль, АСКОН) або взагалі є їх модулями (Pro/Technology, PTC – Parametric Technology Corp.).

Житомирський державний технологічний університет має ліцензійні угоди на використання у процесі навчання таких САПР та спеціальних електронних довідників: (використання контексті дослідження)

- **КОМПАС 3D** – включає в себе систему тривимірного твердотілого моделювання, універсальну САПР «Компас-графік» та модуль проектування специфікацій. КОМПАС 3D призначений для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей та збірних одиниць, що можуть складатися як з оригінальних, так і стандартизованих конструктивних елементів. Параметрична технологія дозволяє швидко отримувати моделі типових виробів на основі одноразово спроектованого прототипу. Багаточисельні сервісні функції полегшують вирішення допоміжних задач проектування та обслуговування виробництва. Ключовою особливістю системи є те, що у ній використовується математичне ядро та параметричні технології, які розроблені фахівцями компанії «АСКОН» [23].

Зважаючи на легкість засвоєння основ роботи в системі вона використовується викладачами університету під час проведення занять з «Нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки».

- **SolidWorks** – програмний комплекс САПР для автоматизації робіт промислового підприємства на етапах конструкторської та технологічної підготовки. Забезпечує розробку виробів будь-якого ступеня складності. У даній системі можна розв'язувати такі задачі [23]:

- конструкторська підготовка виробництва;
- технологічна підготовка виробництва;
- керування даними та процесами.

Дана система використовується студентами університету у процесі самостійної підготовки.

– **Delcam** – один зі світових лідерів у розробці CAD/CAM продуктів для моделювання, виготовлення та контролю складних виробів і технологічного оснащення. Система включає у себе такі модулі:

1) *PowerMILL* – пакет для підготовки високоефективних керуючих програм для фрезерних верстатів з ЧПУ;

2) *PowerSHAPE* – сучасний пакет з твердотільним і поверхневим моделюванням;

3) *PowerINSPECT* – апаратно-незалежна система для контролю точності, що дозволяє виконувати складні вимірювання за допомогою великої кількості вимірювальних пристроїв;

4) *CopyCAD* – пакет «зворотного проектування». Використовуючи дані, отримані з координатно-вимірювальних машин, дигітайзерів чи лазерних сканерів, він дає змогу генерувати поверхні, які можуть бути передані більшості систем моделювання та інші програми Delcam;

5) *ArtCAM* – це програмний пакет для просторового моделювання/механічної обробки, що дає можливість автоматично генерувати просторові моделі з плоского рисунка та отримувати за ними вироби на верстатах з ЧПУ;

6) *FeatureCAM* – система підготовки керуючих програм, основана на автоматичному розпізнаванні типових елементів.

Використовується студентами університету під час вивчення дисципліни «Технологічні процеси для верстатів з ЧПУ».

– **Вертикаль** – САПР, яка розв’язує багато задач автоматизації технологічної підготовки виробництва. Ця система дозволяє: проектувати технологічні процеси в декількох автоматизованих режимах; розраховувати матеріальні та трудові витрати на виробництво; обчислювати режими різання, зварювання та інші технологічні параметри; автоматично формувати всі необхідні комплекти технологічної документації відповідно до ГОСТ та стандартів, які використовуються на підприємстві; проводити паралельне проектування складних і наскрізних

технологічних процесів групою технологів у реальному режимі часу; виконувати перевірку даних у технологічному процесі (на актуальність довідкових даних тощо); формувати замовлення на проектування спеціальних засобів технологічного оснащення та створення керуючих програм; підтримувати актуальність технологічної інформації за допомогою процесів керування змінами; підтримувати процес побудови на підприємстві єдиного інформаційного простору для керування життєвим циклом виробу від розробки до утилізації. Універсальний технологічний довідник, що входить до цієї системи, надає користувачам усю необхідну інформацію, а також дозволяє організовувати та розвивати бази даних підприємства;

- **Довідник Стандартні Вироби** – призначений для централізованого зберігання та використання інформації про стандартні та типові вироби. Єдина інформаційна база даних доступна з робочого місця конструктора, технолога та інших фахівців. Довідником можна користуватися разом з інтегрованою зовнішньою програмою або як незалежним програмним додатком.

- **Довідник Матеріали та Сортаменти** – призначений для централізованого зберігання та використання інформації про матеріали і сортаменти.

Останні версії систем геометричного моделювання (САПР), що створюються в умовах гострої конкурентної боротьби, відповідають таким загальним характеристикам:

- всі вони є прикладними програмами, що працюють під управлінням операційної системи Windows;

- інтерфейс систем (сукупність керуючих значків-піктограм, що надаються користувачеві для роботи з різними програмами) узгоджується з інтерфейсом операційної системи і за багатьма параметрами є загальноприйнятим, багато в чому інтуїтивно зрозумілим, який має розвинену систему допомоги і підказки, довідкову систему;

- більшість систем мають модулі як плаского, так і об'ємного параметричного моделювання, забезпечують асоціативність усіх геометричних елементів моделей, виконання конструкторських документів відповідно до вимог СКД ДСТУ, ДСТУ

ISO, мають розвинені бібліотеки стандартних виробів, дозволяють створювати прикладні бібліотеки, мають вбудовані мови програмування.

Використання комп'ютерної техніки дозволило об'єднати питання геометричного моделювання та обчислювальної геометрії з використанням векторного (аналітичного) опису геометричної інформації. У багато разів спростилися такі питання, як побудова геометричних елементів, копіювання фрагментів, редагування графічної і текстової інформації, штрихування, нанесення розмірів, покращилася якість виконуваних документів.

Важливо, що впровадження комп'ютерного креслення практично не вимагає зміни традиційного підходу до проектування. Отже, в основі будь-якої конструкції може лежати як математична, так і геометрична модель.

Геометричне моделювання – сукупність операцій і процедур, що включають формування геометричної моделі об'єкта та її перетворення з метою отримання бажаного зображення об'єкта і визначення його геометричних властивостей. Так, на відміну від кресленика, модель є однозначним представленням геометрії та кількісного складу об'єкта. Якщо у складальному кресленнику болт представляється декількома видами, то в об'ємному складанні – одним об'єктом (моделлю болта). Крім того, геометричне моделювання може бути застосоване у будь-яких сферах життєдіяльності людини – навчанні, науці, виробництві та послугах. Усім необхідна візуалізація діяльності – політикам, вченим, інженерам, будівельникам, дизайнерам та ін. Структурно в першому наближенні геометричне моделювання можна представити так, як показано на рис. 1.1 [66].

Поряд з вище зазначеним геометричне моделювання вивчає методи побудови числових моделей геометрії реальних чи уявних об'єктів, а також методи управління цими моделями, воно почало свій розвиток з систем комп'ютерного креслення. Пізніше з'явилися системи каркасного та поверхневого моделювання. Комп'ютерні системи параметричного твердотільного моделювання кардинально змінили технологію роботи конструктора. Вони дозволили фіксувати конструкторську думку не у вигляді плаского кресленика, а у вигляді тривимірної моделі. Отже, у геометричному моделюванні виникли потреби в нових знаннях, необхідних для

створення моделей, що відповідають вимогам сучасних інноваційних високотехнологічних виробництв. Так, тривимірне геометричне моделювання, без якого не обходиться жодне технічне рішення, наприклад, архітектурне проектування або промислове проектування – це нова галузь знань, яка об'єднала нарисну геометрію, інженерну та комп'ютерну графіку. На основі методів геометричного моделювання відбувається перетворення графічних моделей в аналітичні для розв'язання міцнісних, оптимізаційних та інших задач систем автоматизованого проектування.

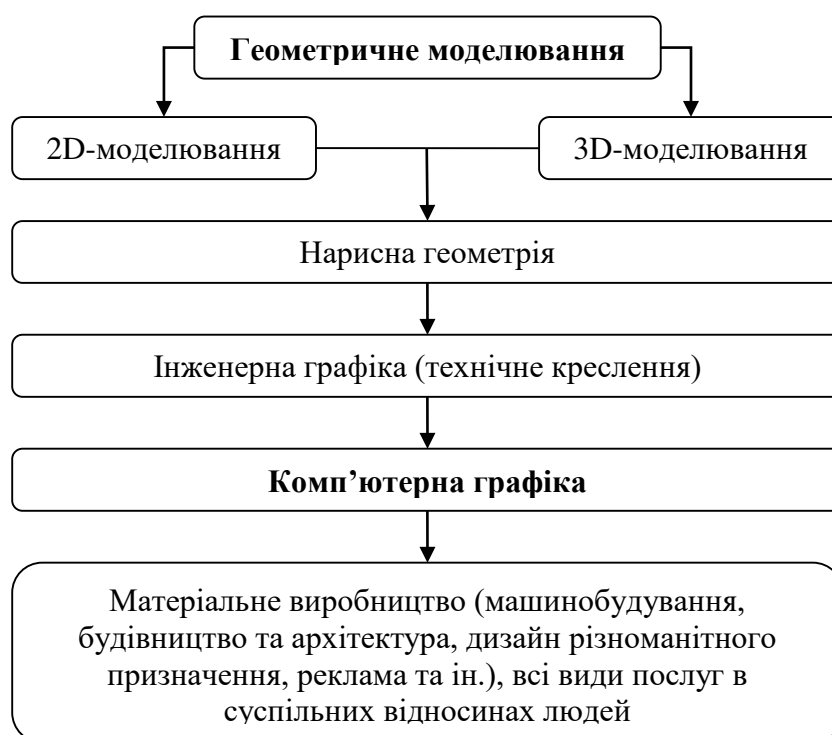


Рис. 1.1. Структура та складові частини геометричного моделювання

З певним ступенем точності геометричну форму об'єктів можна описати, використовуючи плоскі грані. Таке зображення називають полігональним або фасетним. Криволінійні поверхні полігонального зображення апроксимуються набором пластин трикутної або чотирикутної форми. Використання плоских граней значно спрощує роботу з моделлю. Плоскогранну модель зазвичай будують на

основі замірів реальних об'єктів або на основі іншої моделі. Полігональне зображення широко застосовується для візуалізації геометричних моделей.

Геометричну модель застосовують для візуалізації об'єкта, що моделюється, кінематичної перевірки, обчислення інерційних характеристик, розрахунку траєкторії різального інструмента, проектування оснащення та інших етапів підготовки виробництва. За допомогою геометричної моделі виконують чисельні експерименти і виготовляють прототип об'єкта, що був змодельований. Для цього використовуються атрибути елементів моделі, які описують фізичні та інші властивості об'єкта.

Щодо переваг геометричного моделювання то слід відмітити, що воно дозволяє скоротити час і матеріальні витрати на виробництво спроектованих об'єктів та підвищити їх якість; автоматизувати працю дизайнерів, конструкторів, архітекторів, технологів, що допоможе їм відійти від рутинної роботи та зосередитися на творчості [39].

До основних підвидів геометричного моделювання відносяться:

- *каркасне моделювання*: при такому моделюванні геометрична модель будується з обмеженого набору графічних примітивів – відрізків, дуг, конічних кривих. Однак каркасна модель містить лише скелет (каркас) тіла, по якому в загальному випадку неможливо відновити саме об'ємне тіло, оскільки можуть існувати кілька топологічно нееквівалентних тривимірних тіл з однаковим каркасом [68];

- *поверхневе моделювання*: під час побудови поверхневої моделі технічні об'єкти обмежені поверхнями, які відокремлюють їх від навколишнього середовища. Така оболонка зображується графічними поверхнями. Поверхня технічного об'єкта знову стає обмеженою контурами, але ці контури вже є результатом двох дотичних поверхонь або поверхонь, що перетинаються. Точки об'єктів – вершини, можуть бути задані перетином трьох поверхонь [169];

- *об'ємне моделювання*: головною перевагою такого моделювання, на відміну від каркасного і поверхневого, в процесі проектування промислових виробів є однозначна інтерпретація фізичної коректності моделі, яка підтверджується

можливістю створення її фізичного макета за допомогою одного з методів швидкого прототипування, а також розрахунку за моделлю об'ємно-масових характеристик виробу, що проектується [116].

Об'ємна модель визначає геометрію всієї спроектованої поверхні деталі. Найбільш поширеним способом утворення поверхні є рух утворюючого плоского профілю уздовж напрямних ліній або його обертання відносно осі. Об'ємне геометричне моделювання ґрунтується на створенні поверхонь, що утворюють тіло, так зване поверхневе моделювання, або на створенні геометричних тіл – твердотільне моделювання. Твердотільне моделювання ґрунтується на просторових базових елементах форми (примітивах), таких як призма, конус, сфера, циліндр, клин, тор. Із цих форм шляхом їх об'єднання, віднімання і перетину будуються більш складні просторові тіла.

Твердотільна геометрична модель найбільш повно відображає інформацію про модельований об'єкт, її легше будувати і редагувати, ніж поверхневі моделі.

Отже ми вважаємо, що випускники вищих технічних навчальних закладів у своїй практичній діяльності будуть стикатися з різноманітними складними конструкторськими і технологічними задачами, а без уміння розв'язувати їх, використовуючи сучасні САПР та електронні довідники, неможливо уявити діяльність сучасного інженера.

Висновки до першого розділу

Аналіз ступеню дослідженої проблеми у вітчизняній та зарубіжній науковій літературі засвідчив, що проблема розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів ще не знайшла свого розкриття в контексті завдань педагогічної теорії і практики. Тому виникла потреба в обґрунтуванні та конкретизації їх змісту, а також науковому пошуку шляхів, які б забезпечували необхідний рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у ВТНЗ.

Здійснено поняттєво-термінологічний дискурс із тлумачення дефініції «конструкторсько-технологічні здібності». Провідною категорією дослідження визначено «розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів» засобами САПР.

Визначено, що конструкторсько-технологічні здібності студентів – це система професійних знань, організаційних, технологічних, проектувально-конструкторських, управлінських, соціально-комунікативних умінь й навичок та професійно-важливих якостей, що забезпечують їх успішну реалізацію у професійній діяльності.

Конструкторсько-технологічні здібності виступають показником придатності людини до праці в умовах сучасного виробництва. Вони, як і інші види здібностей, розвиваються та знаходять свій прояв у професійній діяльності.

Особливості сучасної конструкторсько-технологічної діяльності дають підстави визнати, що основу конструкторсько-технологічних здібностей утворюють технічні знання у їх міцній взаємодії з просторовою уявою, технічним мисленням, геометричним моделюванням у різних проявах (вирішення неординарних виробничих питань, конструювання, зміни технології виготовлення, раціоналізація, винахідництво тощо). Завдяки цьому забезпечується опанування мовою техніки (вільне користування сучасними САПР та конструкторсько-технологічною документацією).

Взаємодія геометричного моделювання з технічними знаннями, технічним мисленням, просторовою уявою створює надійні умови для функціонування конструкторсько-технологічних здібностей. Таким чином, розвиток конструкторсько-технологічних здібностей повинен ґрунтуватися на знаннях з циклу загальноінженерних дисциплін. Таке бачення структури конструкторсько-технологічних здібностей вказує на те, що в процесі вивчення комп'ютерного конструювання та моделювання потрібно забезпечити суцільну лінію їх розвитку в межах єдиної дидактичної системи.

Огляд науково-технічної літератури в сфері комп'ютеризації та інформатизації дозволив рекомендувати: серед розповсюджених в Україні графічних САПР для розвитку конструкторських здібностей використовувати в навчанні студентів

програмне забезпечення КОМПАС-3D – одну з найпростіших у керуванні, що має велику продуктивність та відповідає стандартам СКД ДСТУ, ДСТУ ISO; застосування професійних програмних засобів, таких як САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, тільки на завершальній стадії навчання для розвитку технологічних здібностей майбутніх бакалаврів з інженерної механіки.

Матеріали першого розділу подано в кількох публікаціях автора [40, 41, 140, 143, 144, 151].

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Зміст і структура конструкторсько-технологічних здібностей студентів

Наявність конструкторсько-технологічних знань, умінь і навичок, які характеризують здібності, дасть можливість інженерно-технічному працівнику під час проектування правильно врахувати особливості технології виготовлення продукції, застосувати високопродуктивне ефективне обладнання, оснащення й інструмент, зменшити витрати матеріалів, енергії та інших ресурсів. Вважаємо за потребу розглянути складові, що утворюють конструкторсько-технологічні здібності.

Коли говорять про здібності людини, то мають на увазі її можливості в тій чи іншій діяльності. Здібність можна визначити як синтез властивостей людської особистості, що відповідає вимогам діяльності та що забезпечує високі досягнення в ній.

Види здібностей розрізняють за їх спрямованістю або спеціалізацією: загальні та спеціальні здібності [136]. Загальні здібності студентів формуються під час вивчення таких дисциплін, як: фізика, математика, нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, теорія машин і механізмів тощо (програма 1–2 курсів навчання). Конструкторсько-технологічні здібності треба відносити до виду спеціальних здібностей особистості, тобто це система властивостей, яка допомагає досягти високих результатів у конкретній спеціальній галузі діяльності. Даний вид здібностей формується під час вивчення спеціальних вузько орієнтованих технічних дисциплін протягом 3–5 курсів навчання (деталі машин, проектування спеціального різального інструмента, технологічне оснащення, розрахунок та моделювання верстатів і систем, комп'ютерне конструювання та моделювання, технологія машинобудування тощо).

Таким чином, конструкторсько-технологічні здібності студентів формуються на основі таких складових:

- загальні здібності, що сформувалися під час навчання на 1–2 курсах;
- конструкторські здібності, що формуються під час вивчення дисциплін, які пов’язані з розрахунком та розробкою деталей, вузлів, інструментів (3–4 курси навчання);
- технологічні здібності, що формуються під час вивчення дисциплін, пов’язаних із процесами виготовлення деталей, вузлів, інструментів (3–4 курси навчання);
- спеціальні здібності – це здібності, що можуть бути як конструкторськими, так і технологічними залежно від обраної спеціальності (галузь знань: 0505 «Машинобудування та матеріалообробка», як правило, 5 курс навчання), коли більш детально вивчаються дисципліни конструкторського або технологічного напрямку.

Звертаючи увагу на теперішній стан виробництва, робимо висновок, що кожен сучасний інженерно-технічний фахівець будь-якої галузі машинобудівного виробництва повинен володіти значними конструкторсько-технологічними здібностями (а не тільки вузьконаправленими конструкторськими або технологічними), в основі яких повинні лежати знання сучасних автоматизованих систем конструювання та геометричного моделювання, що забезпечать побудову різноманітних кривих, поверхонь, об’ємних тіл і сформують на їх основі деталі та складальні одиниці, спеціальні інструменти, пристосування.

Усі ці види здібностей насамперед формуються на основі професійно важливих якостей особистості, до яких відносяться: графічні знання, уміння і навички, розумові здібності (критичне, образно-графічне, технічне, креативне мислення), комунікативні, методологічні здібності, самостійність, позитивне ставлення до професії та ін., що в підсумку складає конструкторсько-технологічну (професіональну) компетентність бакалавра з інженерної механіки.

В сучасному суспільстві професія – вид діяльності спеціаліста, яка потребує спеціальних знань, умінь, навичок та здібностей, що дозволяють продуктивно

виконувати визначені функції професійної діяльності, у тому числі і в області конструювання та технології виготовлення деталей машин, що визначається мірою володіння ним сучасним змістом та сучасними засобами вирішення професіональних задач, тобто продуктивними способами реалізації професійної діяльності.

У вузькому сенсі слова, суто професійна компетентність припускає високий рівень аналізу трудового і технологічного процесів, технічної документації; створення професійно значимої інформації, що стосується стану об'єктів діяльності, прогнозування появи і розвитку непередбачених ситуацій; забезпечення безпеки виконання робіт; дотримання технологічних вимог, своєчасне усунення відхилень, що виникають в технологічному процесі тощо. У широкому сенсі слова професійна компетентність припускає фундаментальну природничо-наукову і загальнотехнічну підготовку, широкий науково-технічний кругозір, здатність швидко опановувати нові професії, спеціалізації, у відповідності до умов професійної діяльності, що постійно змінюються.

Вважаємо за потрібне відмітити, що конструкторсько-технологічні здібності є складовою інженерної діяльності випускника ВТНЗ, яка у свою чергу входить до його професійної компетентності. А отже, інженерна діяльність – це динамічна система взаємодії інженера та засобів, механізмів, споруд, які необхідно побудувати штучним шляхом, опираючись при цьому на наукові знання, вміння, навички та конструкторсько-технологічні здібності.

Інженерна діяльність утворює замкнутий цикл (проектування, конструювання, організація виготовлення і впровадження інженерних об'єктів, їх експлуатація). В рамках інженерної діяльності здійснюються і, так звані, інженерні дослідження (на відміну від досліджень, що проводяться в технічній науці). Вони включають передпроектне обстеження, наукове обґрунтування розробки, аналіз можливостей використання отриманих наукових даних.

Інженер, в своїй діяльності, повинен не тільки володіти графічними знаннями, а й вміти правильно мислити, тобто мати розвинене технічне мислення.

Технічне мислення – розумова діяльність, спрямована на виконання різноманітних технічних завдань. Згідно з деякими дослідженнями, специфіка технічного мислення полягає саме в його структурі – воно включає теоретичні (понятійні), образні (наочні) та практичні (дійові) компоненти. Виділяють два основні види технічного мислення [176]:

- технічне мислення як відображення структур та функцій технічних об’єктів і технологічних процесів у техніці;
- технічне мислення як процес конструювання, проектування нового технічного об’єкта.

У своєму дослідженні Г. Райковська на основі аналізу наукових праць психологів зазначає, що технічне мислення – це діяльність, яка спрямована на самостійне складання і розв’язування технічних задач [152].

Технічне мислення знаходиться в міцному взаємозв’язку зі звичайним мисленням. По-перше, воно розвивається на основі звичайного мислення, всі складові компоненти звичайного мислення притаманні й технічному. Наприклад, однією із важливіших операцій є порівняння. В процесі формування уявлення за креслеником в деяких випадках виникає протиріччя між образами, які створюються при сприйнятті окремих операцій. Це заважає синтезуванню частин у цілісний образ форми. Долається протиріччя образів тільки при порівнянні всіх проекцій. Порівняння відіграє значну роль і при формуванні уявлень про величину предмета. Формування уявлення про величину опосередковується практикою співставлення предметів. Отже, виявляється, без нього неможливе й технічне мислення, тому що всі ці процеси здійснюються за допомогою технічного мислення. Те ж саме можна сказати і про такі операції мислення, як класифікація, аналіз, синтез тощо.

Сутність технічного мислення проявляється, по-перше, у розумінні закономірностей функціонування технічних об’єктів і процесів, по-друге, в усвідомленні сукупності способів і прийомів цілеспрямованого впливу на предмет праці і, по-третє, у розв’язуванні технічних задач.

Однією із важливих функцій інженера будь-якого профілю є вміння відображати узагальнено й разом з тим у наочній графічній формі принципи

конструкції та роботи технічних об'єктів, а також оперувати наочними засобами, на яких ці принципи представлені, наприклад, найважливішу сторону технічного об'єкта визначає принцип його роботи, його функція.

У процесі створення кресленика конструйованого об'єкта мисленнєві операції і виконання графічних побудов знаходяться у діалектичній взаємодії. Мислення спрямоване на пізнання об'єкта – виявлення його суттєвого змісту, виділення конструктивних елементів у цьому об'єкті. Тобто мисленнєві операції спрямовані на створення внутрішнього образу об'єкта конструювання [47].

Сутність мислення полягає у взаємодії його образних і понятійних компонентів [2, 196]. У той же час складній технічній і виробничо-технічній діяльності розглянуті компоненти технічного мислення можуть проявляти себе відносно самостійно. Наприклад, при розв'язуванні одних задач на перший план може виступати понятійно-образний компонент технічного мислення, при розв'язуванні інших задач (зокрема конструктивно-технічних) не менш важливе значення має сформованість теоретико-практичного компонента.

На думку Т. Кудрявцева технічне мислення є трикомпонентним: «понятійно-образно-практичним». Поняттєвий компонент забезпечує сформованість технічних понять. Образний компонент сприяє виникненню складної системи образів і умінню оперувати нею. Практичний компонент припускає обов'язкову перевірку практикою отриманого рішення [83].

Технічне мислення за своєю суттю є проявом мисленнєвої діяльності, а саме: виникає у межах сенсорно-когнітивної діяльності, базується на чуттєвому досвіді, користується основними мисленнєвими операціями, завдяки яким здійснюється процес розв'язування задач тощо. Специфіка технічного мислення обумовлена особливостями професійної спрямованості та інтересом до техніки, особливою детермінованістю його мисленнєвих процесів, своєрідністю методів і прийомів, які використовуються у процесі розв'язування професійних завдань і проблем. Отже, технічне мислення, маючи всі ознаки мисленнєвої діяльності, проявляється у специфічній діяльності людини і спрямоване насамперед на розв'язування

технічних задач, а також на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей [174].

На нашу думку, технічне мислення активно розвивається під час вивчення цілого комплексу технічних дисциплін, провідне місце серед яких посідають графічні дисципліни, оскільки знайомлять студентів із технікою, розширюють технічний світогляд, формують початкові уявлення про основи сучасного виробництва, сприяють розвитку конструкторсько-технологічних здібностей. Тому важливо на заняттях із графічних дисциплін закласти міцні підвалини для розвитку технічного мислення студентів, які б стали базисом для подальшого ефективного опанування ними інших предметів, зокрема комп'ютерного конструювання та моделювання.

Щодо процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей особистості, то він повинен здійснюватися цілеспрямовано, систематично і послідовно протягом усієї загально-інженерної підготовки студентів.

Ми вважаємо, що нові умови для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей з'являються із переходом людства на якісно новий рівень – інформаційний, що дає змогу використовувати новітні технології практично в усіх галузях людської діяльності. Конструкторсько-технологічні здібності є невід'ємною частиною інтелектуального розвитку майбутнього інженерно-технічного фахівця.

Один із компонентів технічного мислення – *образний* – визначає тісну взаємодію просторової уяви і просторового мислення. Завдяки цим процесам у людини формується вміння визначати величину і форму предметів, їх розміщення у просторі, відстань між ними і самою людиною. Розвиненість просторової уяви і просторового мислення забезпечує можливість практично перевіряти і поєднувати зорові сприйняття з рухомими, що значно впливає на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей [12].

Також слід відмітити, що просторове мислення у своїй найбільш розвинутій формі оперує образами, змістом яких є відтворення і перетворення просторових властивостей та відношень об'єктів: їх форми, величини, взаємного положення частин, що є невід'ємним компонентом конструкторсько-технологічної діяльності

фахівця. А під просторовими співвідношеннями розуміємо співвідношення між об'єктами простору чи між просторовими ознаками цих об'єктів. Вони виражаються поняттями про напрямок, відстань, їх відношення, місцезнаходження, протяжність об'єктів, простору тощо.

Терміном «просторове мислення» позначається доволі складний процес, куди включаються не тільки логічні (словесно-понятійні) операції, але й багато перцептивних дій, без яких розумовий процес конструювання і моделювання у формі образів протікати не може, а саме впізнавання об'єктів, представлених реально чи зображених різноманітними графічними засобами, створення на цій основі адекватних образів виробів і оперування ними в процесі вирішення завдання [118].

Отже, ми можемо констатувати, що просторове мислення є специфічним видом розумової діяльності, яка має місце у вирішенні завдань, що потребують орієнтації в практичному і теоретичному просторі (як видимому, так і уявному). У своїх найбільш розвинутих формах це є мислення образами, створеними на різній наочній основі, мислення забезпечує їх видозміну, трансформацію і створення нових образів, відмінних від вихідних.

Процеси формування технічного мислення значно впливають на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів.

Процес розвитку конструкторсько-технологічних здібностей ґрунтується безпосередньо на розумовій діяльності, має опиратися на певні закони мислення, враховувати логічні особливості діяльності мозку і професійної діяльності. На цьому побудовано логіку розвитку конструкторсько-технологічних здібностей.

Логіка розвитку конструкторсько-технологічних здібностей – це оптимально-ефективний шлях розумової діяльності людини від попереднього рівня базових знань, умінь, навичок та особистого розвитку до потрібного, прогнозованого, професійного. Попередній рівень визначається ступенем навченості студента, обсягом його знань, умінь та навичок, якими він оволодів на нижчому рівні пізнавальної діяльності (в школі та 1–2 курс – опанування базових загально-

інженерних дисциплін). Потрібний рівень зумовлений програмними вимогами з конкретної навчальної дисципліни.

Запропонована логіка розвитку конструкторсько-технологічних здібностей містить такі компоненти:

- розуміння та усвідомлення пізнавальних завдань з професійної діяльності як конструктора, так і технолога, адже конструювання деталей машин неможливе без базових знань технологічних процесів їх виготовлення;
- оволодіння спеціальними знаннями в процесі вивчення таких дисциплін, які пов'язані із конструюванням і розрахунком деталей машин (деталі машин, теоретична механіка, опір матеріалів, теорія машин і механізмів тощо);
- усвідомлення положень і стандартів СКД ДСТУ, ДСТУ ISO;
- формування умінь і навичок з конструювання і розробки виробів у поєднанні із технологією їх виготовлення;
- застосування знань у процесі графічної підготовки (нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, комп'ютерне конструювання та моделювання тощо);
- аналіз і оцінювання сучасних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей.

Із зазначеної структури логіки розвитку конструкторсько-технологічних здібностей вважаємо за потрібне розглянути такі поняття, як «знання», «уміння», «навичка», з точки зору професійної діяльності інженерно-технічних фахівців:

- *знання* – набуття студентами конструкторських та технологічних знань є основою розвитку конструкторсько-технологічних здібностей. На основі знань у студентів формуються вміння і навички, розумові та практичні дії;
- *уміння* – здатність студентів свідомо розв'язувати задачі з геометричного моделювання на основі набутих ними конструкторсько-технологічних знань;
- *навичка* – застосування конструкторських і технологічних знань у процесі конструювання та моделювання, що здійснюється на рівні автоматизованих дій і виробляється в результаті багаторазових повторень.

Аналізуючи структурні компоненти конструкторсько-технологічних здібностей, ми дійшли висновку, що розвиток конструкторсько-технологічних знань, умінь і навичок слід здійснювати поступово за допомогою структурного ускладнення завдань на різних рівнях систематизації, враховуючи «початкове знання», процес переробки якого складає суть психологічної асиміляції нового навчального матеріалу. Несистематично накопичувані знання, що односторонньо систематизуються, значно звужують і роблять малоефективною розумову діяльність. Неодмінною умовою успішного перебігу процесу систематизації є облік індивідуальних якостей студентів. Усі ці особливості враховані при розробці структурно-логічної схеми розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі професійної підготовки (§ 2.3, рис. 2.3).

Мета і зміст конструкторсько-технологічної діяльності студентів визначається основами технічних, технологічних, економічних та інших наук, що поширюють свої закони, закономірності й принципи на окремі та суміжні сфери матеріального виробництва, а також на зміст виробничого процесу. Саме у цьому полягає одна з основних особливостей формування понять умінь і навичок, коли дане явище ґрунтується на тісному взаємозв'язку та взаємопроникненню теоретичного й практичного (виробничого) навчання.

Отже, *конструкторсько-технологічні здібності – це взаємозв'язок пізнавальної та професійної активності, фактор, що знижує психічну напруженість і підвищує емоційну стійкість та є регулятором і механізмом послідовного перетворення навчальної діяльності студента у професійну діяльність фахівця, результат психолого-педагогічної підготовки як, найважливіша умова її ефективності.*

В результаті професійної інженерно-технологічної діяльності, при володінні певним рівнем конструкторсько-технологічних здібностей, формується професіоналізм фахівця, головними компонентами якого є професійні знання, творчість, культура, технологічність, індивідуальний стиль, інноваційний і дослідницький підхід до діяльності, її продуктивність.

У цілому можна сказати, що будь-яка діяльність людини складається з двох етапів: вивчення процесів та явищ і реагування на них. На будь-якому з цих етапів особистість виконує пізнавальну діяльність різного рівня. Для вивчення процесу або явища вона повинна спочатку їх сприйняти, потім ідентифікувати, потім виявити їх особливості й синтезувати з них своє відношення до того, що відбувається. Перед тим як відреагувати, необхідно вибрати ту чи іншу діяльність зі зразків, що закладені природою або отримані шляхом навчання, виконати саму діяльність на основі цих зразків, і у випадку, коли особистість потрапляє у нову ситуацію, в пам'ять відкладаються нові зразки знань, умінь і навичок, що отримані методом проб і помилок, або методом моделювання.

Діяльність може виконуватися тільки на основі сприйняття та уявлення. Така діяльність називається механічною, тому що їй відповідає механічна пам'ять, що ґрунтується на багатократному повторенні [95]. Завдяки аналізу та синтезу діяльність стає свідомою, але ще не продуктивною, оскільки вона не підкріплена досвідом, їй відповідає свідомі пам'ять [48, 93, 131]. Продуктивною діяльність стає на наступному етапі, де головними операціями є вибір діяльності зі зразків та власне діяльність за зразком, такому виду діяльності відповідає досвідна пам'ять [48]. Найвищому рівню здібностей відповідає творчо-дослідна діяльність, що пов'язана зі створенням та раціоналізацією власних зразків. Оскільки тут йде мова про пошук не тільки на основі закріплених у пам'яті зразків, але й відбувається їх трансформація, тобто найбільшу роль відіграє абстрактна пам'ять [35, 124, 164].

Навчальна діяльність під час вивчення геометричного моделювання (її цілі та задачі) направлена на засвоєння студентами предметного змісту та способів роботи у САПР, на включення студента в систему суспільних відносин та у відкриту колективну діяльність. Загальну структуру діяльності з позиції підходу до неї, який пропонує Г. Олександров, де у якості одиниці психологічного аналізу навчальної діяльності обрано *дію-вміння* або просто *вміння*, що формується у студентів у процесі вирішення *навчально-пізнавальних задач* [1].

В основі професійної підготовки лежить розвиток професійних здібностей (більшу частину яких складають конструкторсько-технологічні). У психологічній

літературі визначення професійних здібностей підпадає під узагальнене визначення здібностей узагалі: 1) стійкі властивості людини, що виявляються в її навчальній, виробничій та іншій діяльності і являють собою необхідну умову її успіху [137]; 2) сукупність психологічних особливостей особистості, необхідних для успішного виконання тої чи іншої діяльності [67]; 3) індивідуально-психологічні особливості особистості, що є умовою успішного виконання тієї чи іншої продуктивної діяльності [80].

За визначенням Б. Федоришина [184], професійні здібності – це індивідуальні особливості розвитку і прояву такої структури психічних процесів особистості, що відповідають вимогам конкретних видів професійної діяльності.

З проблемою розвитку професійних здібностей найчастіше пов'язані питання професійної орієнтації. Професійна орієнтація – це науково-практична система підготовки особистості до свідомого професійного самовизначення. Психологічні та педагогічні підстави системи професійної орієнтації спрямовані на розвиток у студента здатності до самопізнання й оцінки суттєвих характеристик своєї особистості [119].

Професіональна діяльність в житті особистості є основою забезпечення її соціальних потреб, самоствердження та самореалізації. Неуспішність в професіональній сфері може призвести до стресів, депресії, тобто порушує стан внутрішнього здоров'я людини, призводить до асоціальної поведінки тощо. Тому ми можемо стверджувати, що професіональна орієнтація студентів ВТНЗ є пріоритетним напрямком.

Отже, на нашу думку, підготовка висококваліфікованих інженерно-технічних фахівців вимагає узгодженості знань, що стосуються техніки, технології та економіки сучасного виробництва, що, у свою чергу, зумовлює необхідність урахування вимог наступності в проектуванні навчальних планів і програм, забезпечення їх раціональної структури, дидактично доцільного поєднання загальної та спеціальної компетенцій, узгодженості програм взаємопов'язаних дисциплін, реалізацію міжпредметних зв'язків, професійної спрямованості загальноосвітніх дисциплін. На думку Є. Гусинського передумовою досягнення ефективності у

професійній підготовці є забезпечення систематичності та послідовності в змісті навчання кожної дисципліни, внутрішньо-предметної інтеграції знань у межах кожного циклу предметів [51].

Таким чином, можна констатувати, що зміст і структура конструкторсько-технологічних знань, умінь та навичок безперервно змінюється під впливом постійного розвитку сучасних САПР, удосконалення методів виготовлення деталей машин та розробки нових технологій їх виробництва.

2.2. Компоненти, критерії, рівні, показники сформованості та педагогічні умови розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання

Сучасний фахівець в умовах постійно мінливого суспільства повинен регулярно підвищувати свою кваліфікацію. Під час удосконалення професійних якостей відбувається оволодіння професійною компетентністю, яка є основним компонентом професійного потенціалу особистості. Зміст професійної компетентності фахівця визначається кваліфікаційною характеристикою. Вона являє собою нормативну модель майбутнього фахівця, що відображає науково-обґрунтований склад професійних знань, умінь, навичок.

На даний час суспільство вимагає постійного зростання професійних знань, умінь і навичок майбутніх фахівців, що зумовило необхідність визначення компонентів, критеріїв, рівнів та показників сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.

У процесі розвитку конструкторсько-технологічних здібностей фахівців, на нашу думку, передусім необхідно сформулювати опорні знання, розвинути їх креативне мислення, зокрема інженерне, навчити оцінювати нові факти, ідеї та явища, підготувати їх до сприйняття, осмислення та використання набутих знань у практичній діяльності.

Креативний фахівець – це фахівець, який має внутрішні передумови, що забезпечують творчу і пошукову активність та дослідницьку поведінку. Отже, фахівця можна назвати креативним, якщо він здатен до актуалізації творчого потенціалу в різних видах професійної діяльності.

На думку Я. Пономарьова, сутність креативного мислення як психологічної властивості зводиться до інтелектуальної активності й чутливості (сензитивності) до побічних продуктів власної діяльності. Творча людина бачить побічні результати, які є творінням нового, а нетворча – лише результати досягнення мети, вона не помічає новизни [129].

Як уже зазначалося, розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів передбачає процес оволодіння ними теоретичних знань, набуття практичних умінь і навичок, формування особистісних властивостей та професійних здібностей, спрямованих на успішну реалізацію професійної діяльності.

На основі викладеного вище нами було побудовано структурно-логічну схему процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у якій ми виділили дві групи компонентів конструкторсько-технологічних здібностей: структурні та функціональні (рис. 2.1).

Структурні компоненти включають:

- мотиваційно-ціннісний – посідає провідне місце в структурі професійної культури інженера, адже мотив є спонукальною причиною будь-якої дії, вирішальним елементом формування будь-якої особистісної якості [173];

- когнітивний – включає всі психічні процеси особистості (відчуття, пам'ять, мислення, уява) та пов'язаний із пізнанням оточення і самого себе [16];

- діяльнісний – організація практичної навчально-пізнавальної діяльності студентів з опанування змісту конструкторсько-технологічної освіти;

- рефлексивно-оціночний є важливим при підготовці майбутніх інженерно-технічних фахівців, адже він забезпечує здатність проводити самоаналіз професійних досягнень та оцінювати отримані результати, володіти прийомami

виявлення динаміки змін і тенденцій, намічати перспективи власного професійного росту.

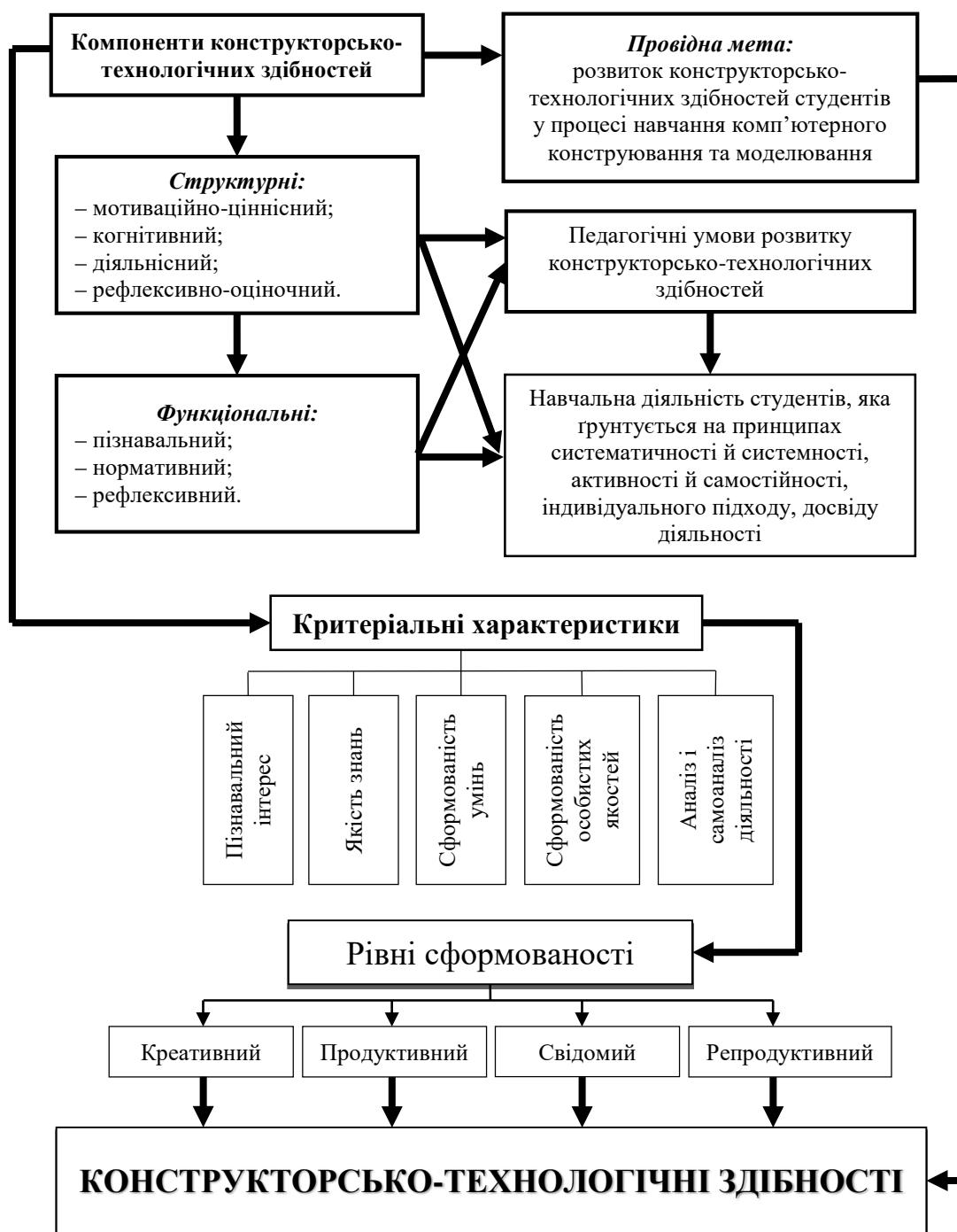


Рис. 2.1. Структурно-логічна схема процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання

До функціональних компонентів конструкторсько-технологічних здібностей слід віднести:

- пізнавальний – спрямований на формування певного обсягу знань, які у подальшому будуть умовою здійснення відповідних, правильних професійних дій [135];
- нормативний – визначає вміння користуватись стандартами СКД ДСТУ, ДСТУ ISO;
- рефлексивний – проявляється в умінні свідомо контролювати результати своєї діяльності та рівень власного розвитку, особистісних досягнень; сформованість таких якостей, як креативність, ініціативність, спрямованість на співробітництво, співтворчість, впевненість у собі, схильність до самоаналізу, здатність до передбачення, ініціативного, критичного та інноваційного рефлексування та прогнозування результатів діяльності, а також професійно значущих знань, умінь і навичок.

Рефлексивний компонент є регулятором особистісних досягнень, пошуку особистісних смислів у спілкуванні з людьми, самоуправління, мобільності, спонуканням до самопізнання, професійного зростання, вдосконалення майстерності, розвитку рефлексивних здібностей і формування індивідуального стилю роботи [27].

Ми вважаємо, що студент, який здійснює конструкторсько-технологічну діяльність, здатен застосовувати набуті раніше знання в різноманітних ситуаціях і різних сферах діяльності, що підтверджує *багатофункціональність, універсальність* конструкторсько-технологічних здібностей.

Багатовимірність конструкторсько-технологічних здібностей підтверджується застосуванням студентом різноманітних міжпредметних розумових процесів та інтелектуальних вмінь. Такі здібності є мобільними, рухливими, варіативними, що можуть застосовуватися в будь-якій ситуації. Таким чином, конструкторсько-технологічні здібності є *ключовими* для інженерної діяльності, що визначає значущість їх формування.

Враховуючи викладене вище ми вважаємо за необхідне визначити критерії розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, а також їх показники.

Як відомо, критерій є ознакою, на основі якої проводиться оцінка або класифікація чого-небудь. З. Курлянд [86] визначає критерій як мірило оцінки, судження, як необхідну та достатню умову прояву або існування якогось явища чи процесу, вважає, що розгляд будь-якої досліджуваної величини повинен включати в себе не тільки її ознаки, а й критерії, які визначають вираженість тієї чи іншої ознаки процесу або явища, що розглядається.

До структурних складових конструкторсько-технологічних здібностей слід віднести такі критерії та їх показники (табл. 2.1).

Мотиваційно-ціннісний критерій. Вихідний рівень сформованості конструкторсько-технологічних здібностей виражається в позитивному ставленні до конструкторської та технологічної професійної діяльності, і в подальшому формується стійкий інтерес до праці в професійній сфері, а також відбувається формування загальних професійних здібностей. Наявність інтересу до професійної та конструкторсько-технологічної діяльності виражається в потребі студента в знаннях, в оволодінні ефективними способами організації своєї роботи.

Когнітивний критерій заснований на знанні теоретичних основ побудови тривимірних моделей і зображень просторових форм на площині, набуття вмінь та навичок, необхідних для професійного виконання конструкторсько-технологічної діяльності. Когнітивний компонент проявляється через знання законів побудови креслеників, алгоритмів рішення позиційних і метричних задач, способів перетворення креслеників, теоретичних положень побудови розгортки геометричних фігур, побудови аксонометричних проекцій, основних положень і вимог СКД ДСТУ, ДСТУ ISO, основ геометричного моделювання та комп'ютерної графіки, положень і вимог конструкторської та технологічної документації, правил побудови робочих креслеників деталей, виконання ескізів деталей машин і механізмів, побудови складальних креслеників і деталювання.

Показники критеріїв конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерів-механіків

Критерій	Показники
Мотиваційно-ціннісний	<ul style="list-style-type: none"> – позитивне ставлення до конструювання; – стійкий інтерес до конструкторсько-технологічної діяльності; – усвідомлення сенсу конструкторсько-технологічних здібностей.
Когнітивний	<ul style="list-style-type: none"> – здатність аналізувати поставлену конструкторсько-технологічну задачу на основі отриманих загально-інженерних знань; – визначення цілей та завдань конструкторсько-технологічної задачі; – виявлення пріоритетів рішення етапів конструкторсько-технологічної задачі; – здатність побудови структури взаємозв'язків реалізації окремих етапів конструкторсько-технологічної задачі.
Діяльнісний	<ul style="list-style-type: none"> – розробка тривимірних моделей окремих деталей та вузлів; – розробка ескізів; – розробка робочих та складальних креслеників; – проведення техніко-економічних розрахунків; – здійснення обґрунтованого вибору розробки технологічного процесу виготовлення деталі (вдосконалення існуючого, розробка повністю нового) або складання вузла; – використання технічної документації; – розробка графічної технічної документації.
Рефлексивно-оцінювальний	<ul style="list-style-type: none"> – проведення самоаналізу та самооцінки виконаної конструкторсько-технологічної діяльності.

Діяльнісний критерій заснований на комплексі навичок організації конструкторсько-технологічної діяльності, що включає способи конструкторської діяльності, спеціальні технологічні вміння, що відображає можливість інженера в створенні нових деталей (вузлів) і технологій їх виготовлення. Це вимагає від студента певного рівня базових знань і вмінь, здатності вирішувати позиційні та метричні задачі, будувати розгортки поверхонь та аксонометричні проєкції, оформляти конструкторську і технологічну документацію відповідно до вимог ДСТУ, розраховувати і будувати кресленики машинобудівного, конструктивного, будівельного та демонстраційного призначення, використовувати засоби комп'ютерної графіки для виконання конструкторських і технологічних робіт різного призначення.

У структурі конструкторсько-технологічних здібностей вважаємо за потрібне виділити критерій, який визначав би рівень розвитку самооцінки, розуміння власної значущості в колективі, відповідальності за результати своєї діяльності, пізнання себе і самореалізації в професійному спілкуванні. Таким критерієм, на нашу думку, є рефлексивно-оціночний.

Рефлексивно-оціночний критерій включає в себе самоаналіз і самооцінку інженером своєї конструкторсько-технологічної діяльності та її результатів, дозволяє осмислити і оцінити ступінь реалізації бажаних цілей виконаної роботи, спрямованої на розкриття значущих знань, умінь та навичок.

Визначаючи критерії сформованості конструкторсько-технологічних здібностей, ми керувалися їх сутнісними характеристиками та положеннями критеріального підходу (критерії повинні фіксувати діяльнісний стан суб'єкта, нести інформацію про характер діяльності, про мотиви і ставлення до її виконання).

Розглядаючи структуру конструкторсько-технологічних здібностей як єдність їх компонентів, ми можемо оцінити ступінь їх сформованості за такими критеріями:

- *усвідомлення сенсу конструкторсько-технологічних здібностей* (мотиваційно-ціннісний компонент);
- *застосування інженерних знань у розв'язанні професійних задач, аргументоване висунення власних думок у вирішенні комунікативно-виробничих ситуацій* (когнітивний компонент);
- *здійснення конструкторської та технологічної діяльності* (діяльнісний компонент);
- *проведення аналізу та контролю результатів своєї діяльності* (рефлексивно-оціночний компонент).

Ці критерії оцінки сформованості конструкторсько-технологічних здібностей є вихідним моментом для визначення рівнів розвитку даної якості у студентів.

У розумінні функцій навчального курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» ми ґрунтуємося на стадійному розвитку цілісного педагогічного процесу, що визначає послідовність ступенів розвитку, кожен з яких буде якісно відрізнятися від усіх інших та являти собою єдине ціле, що визначає виявлення

нових якісних характеристик, тобто рівнів сформованості конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технологічних фахівців.

У своєму дослідженні Г. Засобіна визначає такі рівні сформованості вмінь: первісне вміння (людина знає зміст цього виду діяльності і за необхідності може відтворити визначену поступовість або систему дій при незначній допомозі наставника); низький рівень (людина самостійно виконує відому їй поступовість дій, відсутнє перенесення); середній рівень (людина вільно володіє відомою їй системою дій, але важко переносить її на інший вид діяльності); високий рівень (самостійний вибір необхідної системи дій у різних ситуаціях, але зі значними зусиллями; наявність можливості переносу всередині певної обмеженої сфери діяльності); досконале вміння (вільне володіння різними системами дій, широке перенесення їх на інші види діяльності, легкість у виконанні діяльності) [62].

Рівні сформованості конструкторсько-технологічних здібностей повинні відображати суб'єктивний досвід студентів у здійсненні професійних функцій, показувати зміни в рівні розвитку особистості в цілому і сформованості професійних умінь зокрема [11].

Аналізуючи викладене вище, нами визначено такі рівні сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання. Коротко охарактеризуємо їх:

Репродуктивний рівень – відбувається в навчальній діяльності щоденно. Характеризується недостатньою сформованістю більшості компонентів професійної культури. Студенти з цим рівнем хоча й опанували певний обсяг базових професійних знань, однак не завжди здатні оперативно та гнучко застосовувати їх у практичній діяльності. Теоретична підготовка не підкріплена відповідними компетенціями. У професійному спілкуванні вони орієнтуються здебільшого на особистий досвід, інтуїтивно вироблені та недостатньо усвідомлювані комунікативні установки. Студентів із цим рівнем відрізняє недостатня сформованість професійно важливих якостей та нечіткі уявлення про цінності й етичні стандарти майбутньої професійної діяльності. Вони знають комп'ютерні

технології, уміють шукати професійно важливу інформацію, однак нездатні її узагальнювати і систематизувати, оперативно застосовувати у діяльності.

Для студентів з таким рівнем сформованості конструкторсько-технологічних здібностей характерним є відсутність навичок самодіагностики, рефлексії, корекції власної діяльності. Вони працюють лише за традиційними програмами, методиками та виявляють байдуже ставлення до науково-дослідної роботи, а в процесі навчання використовують випадковий набір методів, поставлені задачі розв'язують формально.

Вони виконують сотні графічних операцій, не задумуючись, не перевіряючи та не аналізуючи їх. Усі процеси закладаються у пам'ять тільки на основі багаторазового повторення і представлення лише актуальними графічними формами та зв'язками. Оскільки основними пізнавальними операціями є сприйняття та уявлення, то найбільш значущою є наочна подача інформації. Цей рівень спостерігається на перших етапах навчання графічних дисциплін.

Свідомий рівень – прямо пов'язаний з процесом формування здібностей, у тому числі й конструкторсько-технологічних. Студенти цього рівня вже значно краще володіють стратегією навчання, знаннями, навичками й уміннями з окремих розділів курсу. Останнє проявляється в умінні формулювати навчальні цілі, усвідомлювати бажаний результат і обирати систему та послідовність дій щодо включення у навчально-пізнавальну діяльність. Методи навчання дещо урізноманітнюються й набувають певної спрямованості. Наприклад, студент добре розуміє ситуацію, але активно впливати на неї не може або не має досвіду її вирішення, не в змозі визначити свою стратегію шляхом розумового моделювання ситуації, тому що не має бажання вирішувати проблему. На цьому рівні студент може аналізувати та синтезувати, визначати зовнішні та внутрішні зв'язки (зв'язок між матеріалом різальної частини інструмента та матеріалом деталі, що буде цим інструментом оброблятися). Більш складні форми асоціювання призводять до більш складної форми пам'яті – свідомої [93, 157]. Оптимальний спосіб подачі такого матеріалу – символічний (схематичний, символічний, формульно-цифровий). Основними операціями на цьому рівні є аналіз і синтез, тому кращим способом мотивування є логіка. Здатність до

логічного міркування дає можливість переходу на наступний рівень пізнавальної активності – продуктивний.

Продуктивний рівень – пов'язаний з двома основними операціями: вибором діяльності зі зразків та самою діяльністю, а також двома основними формами асоціацій: зі зразками діяльності та реальною діяльністю [183] (розробка технологічного процесу виготовлення деталі на основі типового технологічного процесу або вдосконалення існуючого шляхом вибору більш сучасного технологічного обладнання та інструментів). Студенти цього рівня значно краще оволодівають стратегією формування необхідної системи знань, умінь та навичок з того чи іншого предмета. Розширюється їх коло знань, вони починають розуміти зв'язки між різними предметами технічного напрямку.

Вони епізодично здійснюють інформаційний пошук у мережі Інтернет та самостійно користуються додатковими джерелами інформацій. У процесі конструкторсько-технологічної діяльності студенти проводять діагностику та самодіагностику з допомогою викладача, використовують переважно традиційні методи навчання.

Креативний рівень – передбачає чітке уявлення про сформованість індивідуального стилю діяльності та характеризується професійною спрямованістю, усвідомленим, позитивним ставленням студентів до професійної діяльності, баченням у ній особистісного сенсу вираженням індивідуально-оригінальних характеристик, захопленням процесом формування індивідуального стилю, стійким прагненням до прояву індивідуально-своєрідної системи загально-технічних знань, умінь і навичок. Студенти володіють глибокими, системними, усвідомленими знаннями, вміннями, їх творча самостійність у вирішенні проблем та нестандартних завдань створює умови для самостійної реалізації індивідуально-психологічних, інтелектуальних можливостей особистості в освітньому процесі навчального закладу, рівень самооцінки досить високий, рефлексивна позиція пов'язана з самоактуалізацією себе, здатного працювати конструктивно, пошуком особистісного змісту як найважливішого прояву індивідуального стилю діяльності.

Вони вільно використовують наукову термінологію, систематично здійснюють інформаційний пошук у мережі Інтернет, використовують спеціальні програмні засоби при розв'язуванні поставлених конструкторсько-технологічних задач. У процесі своєї діяльності на належному рівні здійснюють діагностику та самодіагностику, постійно вдосконалюють свої знання із САПР та роботи з ними. Студентам з високим рівнем сформованості конструкторсько-технологічних здібностей притаманна схильність до самопізнання, самооцінки та проведення експериментальної роботи. Вони самостійно визначають пріоритетність етапів розв'язування поставленої задачі, враховуючи можливості наявних САПР.

Цей рівень пов'язаний зі створенням і раціоналізацією особистих зразків, отриманням якісно нових знань [164]. Такі знання можна отримати або методом проб і помилок, або шляхом абстрагування його до методу творчого моделювання (розробка конструкції деталі як на основі існуючого прототипу, так і повністю нової на основі проведених математичних розрахунків основних характеристик деталі, що розробляється). Оскільки на даному етапі теорія та практика поєднані, то для навчання важливі всі форми подачі матеріалу – символічні, наочні та практичні.

Студенти з високим рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей легко виконують складні геометричні побудови та методи розв'язування, демонструючи творчий підхід. У таких студентів спостерігається висока гнучкість і динамічність технічного мислення, що проявляється у правильному виконанні креслеників складних технічних об'єктів і систем (оптимальний вибір кількості зображень на кресленику та їх розміщення, правильність нанесення розмірів та умовних позначень тощо), здатності аналізувати форму об'єктів за графічним зображенням (з'ясування особливостей конструкції, обґрунтування призначення кожного з елементів і методів їх геометричної побудови) та спрогнозувати технологію їх виготовлення (підбір заготовки, технологічного обладнання, розробка спеціальних пристосувань та інструментів, різальних і контрольно-вимірювальних інструментів).

Слід зазначити, що виділені нами рівні, є послідовними логічними етапами розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.

Покажемо схематично розвиток конструкторсько-технологічних здібностей (рис. 2.2):

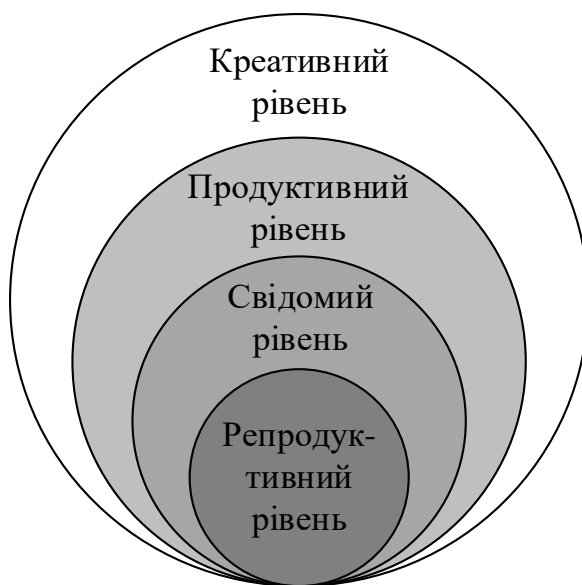


Рис. 2.2. Циклічність розвитку конструкторсько-технологічних здібностей

Процес професійної підготовки студентів як специфічний вид соціальної діяльності підпорядковується певним правилам, має свої закономірності й особливості, до яких належать: професійна спрямованість; органічна єдність теоретичної й практичної підготовки, а також обумовленість цілей і завдань професійної діяльності соціальним замовленням суспільства та закріплення їх у законах, наказах; поєднання в завданнях різноманіття складників, що визначають поліфункціональність праці та інтегративний характер її результатів; відповідність індивідуальних якостей і дій інженерно-технічного фахівця поставленим цілям, завданням і функціям. Результатом професійної підготовки є високий рівень сформованості конструкторсько-технологічних здібностей.

Питанням професійної підготовки майбутніх фахівців займалися такі дослідники, як С. Батишев [6], В. Безрукова [8], О. Дубинчук [56], М. Махмутов [102] та інші педагоги, які розробили систему специфічних для

професійних навчальних закладів принципів навчання, що забезпечують взаємозв'язок загальної та професійної освіти.

У дослідженні Т. Шаргун [198] зазначається, що якість професійної підготовки залежить від того, як побудована система змісту навчання, які її елементи та взаємозв'язки, як виконуються дидактичні принципи у професійній підготовці. Специфіка професійної підготовки потребує підсилення спрямованості принципів на формування особистості майбутнього фахівця в умовах одночасного отримання загальнонаукових і спеціальних професійних знань. У реальній педагогічній практиці дидактичні принципи мають відображати адекватні їм складові технологічного рівня, які не допускать розриву між теоретичними положеннями дидактики і способами творення конкретних освітніх методик. У зв'язку з дискретністю процесу підготовки і становлення фахівця, відносною самостійністю окремих ланок, етапів і ступенів неперервного навчально-виховного процесу дидактично необхідною є наступність професійної підготовки, яка в ступеневій професійній освіті означає розвиток якісно нових стадій навчання [81]. Однак на практиці це не завжди підкріплюється відповідною структурою навчальних планів, змістом програм, методами навчання.

Принципи навчання, що їх виділяє Г. Райковська спрямовують педагогічну діяльність і навчальний процес у цілому [153]:

- *орієнтованість на розвиток особистості майбутнього фахівця* – процес навчання і виховання має сприяти самопізнанню й самореалізації індивіда, кожен з них може брати участь у розв'язуванні проблем базової графічної підготовки в межах своєї компетенції, має право вибору індивідуальних форм досягнення мети;

- *відповідність змісту навчання сучасним і прогнозованим тенденціям розвитку науково-технічного прогресу* – інтенсивне використання досягнень світової науки щодо вдосконалення змісту і технології графічної підготовки висококваліфікованих фахівців;

- *забезпечення безперервності навчання* – реалізується шляхом узгодження змісту і координації графічної підготовки на різних етапах навчання, які є

продовженням попередніх та передбачають підготовку студентів до можливого переходу на наступні етапи;

- *інформатизація та технічне оснащення* – передбачає комплексне використання інформаційно-комунікаційних засобів;
- *оптимальне поєднання індивідуальних і групових форм організації навчального процесу* – дає змогу в умовах колективної навчальної роботи кожному студентові індивідуально оволодіти навчальним матеріалом;
- *раціональне використання сучасних методів і засобів навчання на різних етапах*;
- *відповідність професійної підготовки фахівців до вимог конкретної сфери діяльності*;
- *забезпечення конкурентоспроможності майбутнього фахівця*.

Перед системою освіти України стоїть складне завдання – забезпечити в сучасних соціально-економічних умовах суспільство фахівцями високого рівня професійної компетентності, в тому числі в сфері конструкторської та технологічної діяльності.

Визначити шляхи виконання зазначеного завдання можна за рахунок створення педагогічних умов для ефективної конструкторсько-технологічної підготовки студентів. Отже, «ефективна конструкторсько-технологічна підготовка» інженера – це інженерно-технічна грамотність, творчий підхід до роботи, яку він виконує, розвинене просторове мислення, вміння орієнтуватися в конструкторській і технологічній документації, використання можливостей автоматизованого комп'ютерного проектування, готовність до самоосвіти, вміння застосовувати отримані знання і досвід в реальній виробничій обстановці.

Ефективність – відношення корисного ефекту (результату) до витрат на його одержання. Це класичний метод визначення узагальнюючого показника економічної ефективності праці можна без особливих зусиль застосувати в педагогічних технологіях. Опираючись на цей метод, визначено поняття ефективності розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання:

- ефективність навчальної діяльності студентів;
- ефективність процесу викладання комп'ютерного конструювання та моделювання;
- ефективність інтеграції дисциплін;
- ефективність актуалізації в якості основного педагогічного засобу конструкторсько-технологічної підготовки сучасних САПР, таких як КОМПАС-3D, САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ;
- ефективне матеріальне забезпечення навчального процесу відповідними технічними засобами.

Провівши аналогію з видами ефективності на виробництві, запропонованими В. Базилевичем, виділено такі види ефективності навчального процесу [58]:

- індивідуальна ефективність – базовий рівень сформованості конструкторсько-технологічних здібностей, який відображає ступінь і якість виконання завдань конкретними студентами, оскільки ці завдання є частиною навчального процесу;
- групова ефективність – у своїй трудовій діяльності інженери на виробництві рідко працюють поодиночку, в ізоляції від інших його учасників;
- організаційна ефективність – факт досягнення максимального засвоєння студентами дисципліни, що вивчається, за меншу кількість навчальних годин.

Оцінка ефективності ускладнюється через специфічні особливості дисциплін, що вивчаються студентами, але зміст і рівні їх пізнавальної діяльності знаходяться в безпосередній залежності від вимог до викладача.

Так, Н. Голівер зазначає, що у ВТНЗ резерви перебудови навчального процесу не використовуються або використовуються не повною мірою, не часто можна побачити найновіші відеокурси, розроблені для конкретних дисциплін, а там, де такі курси використовуються, постає проблема недостатньої їх забезпеченості методичними матеріалами та розробками, в результаті чого їх застосування не дає бажаних результатів [36].

Перераховані вище показники, на нашу думку, характеризують професійну конструкторсько-технологічну підготовку (ці визначення можна віднести як до

викладача, так і до майбутнього інженерно-технічного фахівця), що відображається в знаннях, уміннях і навичках, достатніх для виконання різноманітних професійних функцій, а також дають змогу сформувати педагогічні умови розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.

Педагогічні умови – це сукупність педагогічних заходів для здійснення визначеного педагогічного процесу. Склад цих умов дуже великий і різноманітний, оскільки включає різні за можливостями та змістом форми, методи, педагогічні прийоми, що використовуються для вирішення необхідних педагогічних задач.

У своїй роботі В. Голубова зазначає, що *педагогічні умови* – це особливості організації навчально-виховного процесу, що детермінують результати виховання, освіти та розвитку особистості [45].

На нашу думку, педагогічними умовами розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів є сукупність зовнішніх та внутрішніх обставин навчального процесу, від реалізації яких залежить сам процес розвитку. Педагогічні умови виступають при цьому необхідним компонентом процесу розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів, враховуючи організацію навчального процесу, який дозволить забезпечити високий рівень їх розвитку.

У контексті вивчення проблеми виділено такі групи педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей:

1. Змістова – включає зміст конструкторсько-технологічної освіти;
2. Організаційна – включає способи організації навчальної діяльності, форми, види та засоби;
3. Особистісна – включає особистісні якості суб'єктів навчального процесу.

Перша група педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання включає в себе відбір змісту навчального матеріалу відповідно до Державного стандарту вищої освіти України та освітньо-кваліфікаційних вимог підготовки фахівців у ВТНЗ [61]. Нами враховувалося головне – відбір завдань, які є максимально наближеними до професійної діяльності студентів.

Суспільство, у якому провідну роль будуть відігравати інформаційні технології, більшою мірою зацікавлене в тому, щоб його громадяни могли самостійно активно діяти, приймати рішення, застосовуючи ці технології, гнучко адаптуватися до мінливих умов життя. Застосування сучасного програмного забезпечення в навчанні студентів створює всі умови формування професійних навичок особистості, відповідають вимогам теперішнього часу.

Діяльність випускника вищого технічного навчального закладу стає все більше орієнтованою на створення і управління складними технічними системами, вдосконалення існуючих та впровадження нових технічних об'єктів і технологічних рішень.

Рівень професійної підготовки інженера характеризується передусім його здібністю творчо вирішувати завдання зі створення нової техніки, розробки сучасних інноваційних технологій, оптимальної організації виробництва, вміннями використовувати сучасні програмні засоби.

У ВТНЗ за останні десятиліття переважало інформаційне навчання студентів; зв'язок навчання з виробництвом був дуже низький, а всі види контролю спрямовувалися на перевірку пам'яті. Це призвело до поглиблення протиріччя між зростаючим творчим характером інженера й інформаційним (фактологічним) навчанням у виші, у результаті чого основна маса випускників не справляється з розв'язуванням професійних творчих задач, що гальмує розвиток виробництва і впровадження сучасних досягнень науки і техніки.

Нами було виділено такі критерії відбору завдань для інтенсифікації розвитку конструкторсько-технологічних здібностей: професійна направленість; володіння навичками побудов тривимірних деталей та складань деталей машин; володіння навичками розробки технологічних процесів виготовлення деталей машин; знання стандартів СКД ДСТУ, ДСТУ ISO.

До другої групи педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів відносяться форми, засоби та методи навчання. Визначено, що вивчення комп'ютерного конструювання та моделювання слід проводити в

середовищі спеціалізованих САПР, таких як КОМПАС-3D та САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Як педагогічний засіб САПР може використовуватися для організації:

- а) самостійної роботи на основі однієї навчальної задачі, якав вимагає розробку конструкторсько-технологічної документації;
- б) курсового та дипломного проектування;
- в) стажування на основі цих програм як однієї із форм контекстного навчання.

Розглядаючи це як педагогічну систему формування професіоналізму студентів інженерно-технічного профілю з використанням САПР, можна вирішити низку педагогічних завдань:

- навчання основним навичкам роботи з САПР;
- навчання методиці інженерного проектування;
- повторення теорії та практики, що була вивчена раніше, теорія та практика при цьому об'єднуються в одній навчальній дії.

Відбувається поєднання теорії з практикою. У процесі комп'ютерного навчання в контексті конкретної професійної задачі відбувається повторення і осмислення теорії на новому рівні. При навчанні студентів інженерно-технічного профілю великі вимоги ставляться до вміння аналізувати отримані дані та приймати інженерні рішення на основі цього аналізу.

Ми вважаємо, що інформаційні технології як засіб розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів на заняттях з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, а також комп'ютерного конструювання і моделювання доцільно використовувати:

- при вивченні та закріпленні нового матеріалу, що супроводжується значними розумовими перетвореннями (основ тривимірного моделювання; побудов креслеників на основі готових тривимірних моделей; основ проєкціювання; правил утворення розрізів та перерізів; побудови аксонометричних проєкцій; ознайомлення з методами розробки технологічних процесів виготовлення деталей машин або їх вузлів; принципами роботи технічних систем тощо). За допомогою САПР, використовуючи наявні мультимедійні засоби, можна наочно (у динаміці)

доповнити пояснення викладача, продемонструвати такі процеси і явища, які в умовах навчальної аудиторії спостерігати неможливо;

– у випадку опрацювання значної кількості технічної літератури (навчальної, довідкової) та різноманітної конструкторської та технологічної документації (робочі та складальні кресленики, технологічні процеси тощо). У цьому випадку використання електронних навчальних і довідкових систем значно прискорює пошук необхідної інформації, сприяє її узагальненню та систематизації (використання спеціальних бібліотек системи КОМПАС-3D, а також корпоративних довідників: Стандартні вироби, Матеріали та сортаменти; у системі ВЕРТИКАЛЬ – використання довідника технолога та бібліотеки розрахунку режимів обробки);

– для виконання робіт згідно із завданнями, які завдяки своїй інтерактивності (здатності рухатися у тривимірному просторі, змінювати форму та розміри (параметризація деталі в системі КОМПАС-3D)) активізують мисленнєві процеси особистості, спрямовуючи їх у потрібному напрямі.

Третя група педагогічних умов пов'язана із взаємодією викладача і студента. Необхідно, щоб у викладача була стійка установка на саморозвиток не тільки в педагогічній діяльності, а й у професійній. Гостро стоїть питання про освоєння сучасних САПР викладачами, які мають досвід тільки у викладанні графіки «від руки», за допомогою олівця і лінійки. Перед ними стоїть завдання оволодіння прикладними графічними пакетами, своєчасне ознайомлення студентів з новими тенденціями та розробками виробників графічних програм. Це важливо, оскільки в практиці викладання, як і раніше, часто використовується значна кількість традиційно сформованих форм роботи, коли за завданнями закріплена функція заучування готових алгоритмів рішення і креслення вручну. Такий підхід гальмує навчання студентів, позбавляючи їх діяльність творчої складової.

Таким чином, перераховані вище компоненти, критерії, рівні сформованості, а також реалізація визначених груп педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання формують їх професійно-особистісні, соціально значущі якісні характеристики. Такі здібності, як інтегрована властивість,

орієнтована на безперервне самовдосконалення, самоосвіту, і є чинником успішності професійної діяльності.

2.3. Технологія розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання

Виключною функцією інженерно-технічного фахівця є інтелектуальне забезпечення процесу створення техніки на основі застосування наукових знань у технічній практиці. На цій основі, по-перше, спеціальна інженерна освіта визначається як сутнісна характеристика інженерної діяльності та, по-друге, висувуються високі вимоги до інженерної освіти, у тому числі й у формуванні здібностей розв'язувати ті чи інші задачі у процесі навчання.

Необхідною умовою успішності розвитку інженерних здібностей в інноваційній економіці є володіння фахівцем сучасними методами проектування конкурентоспроможних виробів, які включають розробку альтернативних варіантів, їх аналіз та синтез, прогнозування динаміки та тенденції розвитку об'єкта, вміння користуватися формалізованими моделями тощо.

Відомо, що будь-які освітні концепції для своєї реалізації вимагають створення певної системи діяльності. Останні повинні бути достатньо варіативними і гнучкими. Зазвичай такі системи називають методичними. Але якщо вони задаються в більш-менш жорсткій алгоритмічній послідовності з метою отримання гарантованого результату, їх називають вже технологіями. Поняття *освітні технології*, незважаючи на їх велику поширеність, є досить умовними. Ті види технологій, які застосовуються у навчальному процесі, називають не освітніми або навчальними, а педагогічними [179].

Поняття *педагогічна технологія* з'явилося на початку 1960-х років. У 70-і роки поняття *педагогічна технологія* розширилося, до нього почали відносити все, що стосується вдосконалення навчального процесу. Спочатку більшість педагогів не розрізняла поняття *педагогічна технологія*, *технологія навчання*, *навчальна технологія*. Термін *педагогічна технологія* використовувався тільки стосовно навчання, а сама технологія розумілася як навчання за допомогою технічних засобів.

Сьогодні педагогічну технологію розуміють як послідовну систему дій педагога, пов'язану з вирішенням педагогічних завдань, або як планомірне і послідовне втілення на практиці заздалегідь спроектованого педагогічного процесу [59].

Найбільш відомими зарубіжними авторами сучасних педагогічних технологій є Дж. Керолл, Б. Блум, Д. Брунер, Д. Хамблін, Р. Гейс, С. Коськареллі. Вітчизняна теорія і практика здійснення технологічних підходів до освіти відображена в наукових працях П. Гальперіна, Н. Тализіної, А. Рівіна, Л. Ланда, Ю. Бабанського, П. Ерднієва, І. Раченко, Л. Зоріної, В. Беспалько, М. Кларіна та ін.

Сучасні педагогічні технології охоплюють сфери теоретичних і практичних питань керівництва, організації навчального процесу, методів і засобів навчання. Своїм походженням вони зобов'язані реалізації педагогічно-технічних ідей, які висловлювали на рубежі ХХ століття засновники практичної психології та педагогіки (І. Долейнс, Д. Дьюї, С. Холл, Р. Торндайн), представники «індустріальної педагогіки» (Ф. Тейлор, Ф. Гілберт). Науково-технічний поступ, який зачепив усі галузі науки, техніки, суспільного життя, освіти, наповнює педагогіку новим змістом.

За допомогою технології інтелектуальна інформація перекладається мовою практичних рішень. Тобто технологія – це способи діяльності й те, як особистість задіяна у цій діяльності.

Поняття *педагогічна технологія* (сукупність форм, методів, прийомів навчання, подібних до них моделей управління, підпорядкованих визначеній меті, які гарантують певний позитивний результат) у життя викладачів входило поступово: від первинного подання про педагогічні технології як навчання за допомогою технічних засобів до подання про педагогічні технології як системне і послідовне втілення у практику заздалегідь спроектованого навчально-виховного процесу [33].

Одним із важливих показників професіоналізму сучасного інженера є його готовність до творчої професійної діяльності. Процес формування особистих конструкторсько-технологічних здібностей, необхідних у майбутній інженерно-технічній діяльності, досить складний, динамічний і суперечливий. Його

ефективність залежить від грамотного педагогічного керівництва й дотримання умов, які позитивно впливають на якість підготовки студентів, до конструкторської та технологічної праці.

У роботі [57] йде мова про те, що готовність до професійної діяльності «формується під впливом певних зовнішніх і внутрішніх умов, усвідомленого чи неусвідомленого сприйняття інформації. Готовність сама є формою діяльності суб'єкта і як така включається в загальний потік його дій».

Поряд із зазначеним слід відмітити, що конструкторсько-технологічні здібності формуються також у процесі *професійної підготовки* як обов'язкової складової частини змісту професійної освіти, практичної підготовки студентів до певного виду діяльності за професією або спеціальністю відповідно до вимог державного стандарту професійної освіти.

Головною метою професійної підготовки є формування професійної майстерності студентів; здійснюється вона поступово протягом усього процесу навчання. Разом із формуванням професійної майстерності здійснюється розвиток особистих конструкторсько-технологічних здібностей студентів, які є основою професійної діяльності інженера.

Безумовно, основа професійної підготовки – продуктивна праця, зміст якої визначається законами професійної педагогіки, характером і змістом праці робітників (фахівців) відповідного профілю та рівня кваліфікації, що безпосередньо беруть участь у виробничому процесі. Трудовий процес є головним змістом професійної підготовки, а природничо-наукові, науково-технічні та техніко-економічні основи цих процесів стають змістом переважно теоретичного навчання.

Щодо технології виробництва продукції, то вона повинна гарантувати:

- безпечні умови праці інженера та підвищення його продуктивності шляхом впровадження у виробництво сучасних САПР;
- використання сучасних методів виробництва якісної продукції;
- нездійснення руйнівного впливу на довкілля.

Технологія характеризується динамічністю, вона постійно змінюється під впливом факторів науково-технічного прогресу, що потребує постійного

вдосконалення конструкторсько-технологічних здібностей фахівців у тій чи іншій галузі виробництва.

Кожна галузь промисловості ґрунтується на використанні методів і прийомів технічного характеру, вироблених працею багатьох поколінь робітників, що складає в сукупності технологію будь-якого виробництва.

Так, зокрема, обробні технології розвивалися від точкової взаємодії інструмента і заготовок до лінійного, поверхневого, об'ємного при постійному скороченні часу транспортного і відповідному відносному збільшенні технологічного рухів. Власне ці тенденції з'явилися та залишаються дотепер основною рушійною силою росту продуктивності праці – головного мірила науково-технічного прогресу в сучасному виробництві деталей машин.

Ми вважаємо, що професійну підготовку інженерно-технічних фахівців у вищих технічних закладах необхідно проводити на основі запровадження виробничої діяльності. Для того щоб професійні вміння і навички студентів відповідали рівню сучасного фахівця, у професійній підготовці необхідно відтворювати основні види виробничої діяльності фахівців відповідного профілю, а це вимагає використання САПР. Виробничий процес можна змоделювати, використовуючи спеціальне програмне забезпечення. У той же час для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей зміст професійної підготовки має відображатися в основних видах робіт із проектування виробу, а також містити логіку процесу професійного навчання.

Логіка процесу професійної підготовки визначає найбільш типовий і оптимальний шлях здійснення розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, об'єктивну структуру всього навчального процесу, її слід розуміти і розглядати з різних сторін:

1. *Логіка змістовна.* Процес освоєння будь-якої професії побудований на основі аналізу-синтезу змісту навчання. Цілісний виробничий процес, що включає різноманітні характерні для професії види діяльності, не може відразу виступати як основа змісту виробничого навчання, навіть якщо ці роботи будуть розташовані в порядку зростання їх складності. Навчання будь-якому трудовому процесові, як

правило, починається з попереднього освоєння його складових елементів – трудових прийомів, операцій, способів, які зазвичай вивчаються більш-менш ізольовано. Потім ці елементи трудового процесу всі відразу або групами (видами виробничих робіт) застосовуються (відпрацьовуються, закріплюються, удосконалюються) в ході виконання навчально-виробничих робіт, що становлять цілісний трудовий процес (синтез).

2. *Логіка дидактична.* Вона визначає взаємозв'язок дидактичних цілей процесу виробничого навчання. Ці цілі постійно і поступово (у міру просування процесу навчання та накопичення досвіду студентів) підвищуються за складністю і ступенем досяжності, знаходяться в тісному взаємозв'язку. Такий логічний взаємозв'язок цілей забезпечує послідовне освоєння студентами основ професійної майстерності. Взаємозв'язок дидактичних цілей процесу виробничого навчання можна представити таким чином:

- відпрацювання правильності й точності трудових дій (структури, раціональної послідовності, координації рухів, «вправності», дотримання технічних вимог до якості тощо);
- досягнення певної швидкості виконання трудових дій (темпу, ритму, продуктивності праці тощо);
- формування професійної самостійності;
- формування (виховання) творчого ставлення до праці.

Кожна попередня ціль зберігається і входить до складу всіх наступних цілей. Їх можна «прив'язати» до різних тимчасових періодів професійної підготовки, наприклад, у період освоєння і першого відпрацювання основ професії (базова графічна підготовка та дисципліни загальнотехнічного циклу). На перший план виступають цілі засвоєння студентами правильності й точності виконання графічних побудов і знання технологічної послідовності виготовлення деталей машин. На етапі закріплення і вдосконалення вивчених прийомів та операцій при виконанні навчально-виробничих робіт, що мають комплексний характер, поряд із правильністю і точністю можна вже ставити мету формування швидкості дій – студенти до цього вже підготовлені. На більш пізніх етапах навчання провідними

цілями стають формування і розвиток самостійності, конструкторсько-технологічних здібностей. Для реалізації кожної такої мети характерні свої специфічні способи організації та методики навчального процесу.

3. *Логіка процесуальна*. Вона визначає послідовність основних етапів (ланок) процесу професійної підготовки, кожному з яких притаманні специфічні функції і зміст, що включають взаємопов'язану діяльність педагога та студентів:

- цільова установка (включаючи мотивацію студентів);
- формування орієнтовної основи дій студентів;
- формування (відпрацювання) нових способів дії;
- застосування (закріплення, поглиблення, розвиток, удосконалення) засвоєних способів дії;
- контроль (самоконтроль) і підведення підсумків.

Ці ланки складають основу дидактичної структури заняття з професійної підготовки.

4. *Логіка стратегічна*. Визначає рух навчального процесу з точки зору орієнтовних дій студентів: від деякої основи, що формується безпосередньо викладачем, до основи, яка створюється студентами самостійно.

З логікою процесу професійної підготовки тісно пов'язане визначення системи професійної підготовки.

Під *системою професійної підготовки* ми розуміємо вихідні положення, принципи, підходи, що визначають порядок формування змісту професійної підготовки, групування її частин і послідовність оволодіння ними студентами. З урахуванням прийнятої системи професійної підготовки визначаються форми, методи і засоби її здійснення. Таким чином, у системі професійної підготовки закладено загальну концепцію процесу професійної підготовки студентів.

Єдиної системи професійної підготовки, однаково прийнятної для фахівців будь-якої професії та характерної для всіх періодів процесу навчання, немає.

Інженерна освіта, що реалізовує підхід розвитку здібностей, пропонує таку організацію структури навчального процесу, яка націлена на кінцевий результат – якість діяльності випускників. У зміст освіти включаються предмети, які формують

здібності до майбутньої професійної діяльності, мають міждисциплінарний та інтегрований характер, що дає змогу готувати випускників до інженерної діяльності в умовах професійного середовища, яке постійно змінюється.

На нашу думку специфіка інженерної діяльності полягає у тому, що, з однієї сторони, вона є предметно-практичною (знання властивостей речовин природи, з якими вона має справу), з іншої – вона має соціальний характер, обумовлений розвитком виробничих відносин у суспільстві та суб'єктивним відображенням цих відносин особистістю. Ефективність та результативність цієї діяльності прямо залежить від ступеня сформованості конструкторсько-технологічних здібностей.

У сучасному суспільстві посилюється значення професійної підготовки фахівців, які стають успішними, лише маючи високий рівень конструкторсько-технологічних здібностей, що ґрунтується на широкому діапазоні різних знань, умінь і навичок даного професійного спрямування.

У реальному житті всі види професійної діяльності взаємопов'язані між собою. Наприклад, конструктор досліджує певний об'єкт, його стан і проблеми в даній галузі науки і техніки, вивчає ту чи іншу інформацію, що стосується проблеми дослідження, розробляє варіанти її вирішення. Результати цієї діяльності є фундаментом для організації конструкторсько-технологічної діяльності (розробка проекту технічного об'єкта або системи, вдосконалення процесу виготовлення тощо), продуктом якої має стати конкурентоспроможне інженерно-технічне рішення.

Незважаючи на те, що сучасний поділ праці в галузі інженерної діяльності неминуче веде до спеціалізації інженерів, які працюють переважно у сфері або інженерного дослідження, або конструювання, або організації виробництва і технології виготовлення технічних систем, базовою складовою будь-якої інженерно-технічної діяльності є конструкторсько-технологічні здібності.

Нами розроблено структурно-логічну схему розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі професійної підготовки (рис. 2.3). Згідно із запропонованою схемою, розвиток конструкторсько-технологічних

здібностей студентів ВТНЗ відбувається протягом усього періоду навчання у процесі опанування загальнотехнічних і спеціальних дисциплін на 1–4 курсах.



Рис. 2.3. Структурно-логічна схема розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі професійної підготовки

Моделювання професійної діяльності у навчальному процесі – це таке її відображення у змісті навчання і в реальній навчальній діяльності, яке дає студентам правильне та повне уявлення про цілісність професійної діяльності й дозволяє їм у процесі навчання опанувати способами (діями, операціями) професійної діяльності настільки повно, що забезпечить безболісний перехід до виконання своїх професійних функцій. Проведений аналіз навчального процесу виявив відсутність

логічних і практичних взаємозв'язків між набутими вміннями виконувати графічні зображення та логікою креативного мислення, яка притаманна конструкторсько-технологічній діяльності, що не дозволяє студентам ефективно використовувати їх під час роботи.

Усвідомлюючи національні та міжнародні вимоги до бакалаврів і магістрів у галузі техніки та технологій (готовність випускників до виконання комплексної інженерної діяльності, проектування і вирішення складних інженерних задач), ми можемо стверджувати, що *конструкторсько-технологічні здібності* покликані стати необхідним і важливим компонентом результату професійного навчання у вищому технічному навчальному закладі, який повинен включати в себе здатність:

- *визначати та аналізувати проблеми* в професійній діяльності, розробляти узагальнені варіанти вирішення цих проблем;

- *використовувати сучасну методологію конструювання (виконувати конструкторські роботи)*: розробляти ескізи, технічні та робочі кресленики виробів або технологічних схем; складати специфікацію; оформлювати проектну і технічну документацію; оформлювати закінчені проектно-конструкторські роботи відповідно до діючих стандартів, регламентів, технічних умов та інших методичних і нормативних документів професійного спрямування;

- *використовувати сучасні технологічні методи (виконувати технологічні роботи)*: на основі ескізів, технічних і робочих креслеників виробів або технологічних схем, а також, використовуючи типові технологічні процеси, вдосконалювати існуючі або розробляти нові; правильно обирати інструменти та їх матеріали залежно від матеріалу виробу та способу обробки тієї чи іншої поверхні;

- *використовувати сучасні інформаційні технології* для ефективного вирішення конструкторсько-технологічних завдань;

- *оцінювати економічну ефективність (інноваційний потенціал) виробу, що конструюється, або технологічний процес його виготовлення.*

Для підвищення професійності майбутніх інженерів-механіків, зокрема, при роботі над курсовими проектами («Деталі машин», «Теорія механізмів і машин»), ми пропонуємо використовувати різноманітні САПР (КОМПАС-3D, SolidWorks

тощо), завдяки яким є можливість багаторазово імітувати різноманітні сторони інженерної діяльності на підприємствах різних галузей. Імітація професійної діяльності в ході вирішення навчально-виробничих завдань забезпечить оволодіння студентами необхідними професійними вміннями та навичками, які є складовими конструкторсько-технологічних здібностей. Іншими словами, навчально-виробничі завдання є фізичним аналогом (прообразом) тих реальних завдань, з якими майбутні інженери неминуче зустрінуться на виробництві.

Процес використання будь-якого засобу навчання (зокрема інформаційних технологій) у навчально-пізнавальному процесі повинен бути педагогічно виправданим, а засоби навчання – відповідати основним принципам технічної освіти, що передбачає відповідність системі дидактичних вимог. Навчально-пізнавальний процес має здійснюватися з урахуванням системи дидактичних принципів, тобто тих керівних положень, на основі яких він базується. Традиційно у системі освіти мають місце такі дидактичні принципи: науковості, систематичності та послідовності, зв'язку теорії з практикою, наочності, свідомості й активності тощо. Дидактичні принципи взаємопов'язані та єдині для всіх навчальних предметів, проте застосування їх у кожному окремому випадку має свої особливості [181].

Види діяльності, якими займається студент, на думку П. Лузана, пов'язані з різноманітними потребами. Потреба у знаннях формується протягом життя людини: маючи складну природу, вона відображає потребу суспільства у знаннях (соціальна природа), прояви особистісної активності (психологічна природа). Вона народжується завдяки певним нейродинамічним процесам (психофізіологічна природа), формується в умовах навчання та виховання і виконує при цьому певні функції (педагогічна природа) [97].

Сьогодні виробництво потребує фахівців з високорозвиненими конструкторсько-технологічними здібностями. Встановлено, що потреба у знаннях як важливий фактор спонукання до навчання студентів у педагогічному процесі виконує такі функції:

- впливає на динаміку протікання психічних процесів, підвищуючи рівень творчої діяльності, мобілізує духовні сили студентів на виконання творчо-пізнавальних завдань;

- будь-яка потреба є окремим випадком виявлення конкретних внутрішніх здібностей; як компонент спрямованості потреба є важливою внутрішньою умовою розвитку особистості, спонукає до самостійної пошукової навчально-пізнавальної діяльності студентів;

- позитивно впливає на якість, глибину знань студентів, формує вміння аналізувати, систематизувати, що значно покращує розвиток творчих здібностей;

- потреба у знаннях спонукає до вирішення проблемних ситуацій, цілеспрямованої творчої діяльності, що, трансформуючись, активізує розвиток здібностей (у тому числі й конструкторсько-технологічних).

Так, для підготовки висококваліфікованого фахівця необхідно докорінно змінити саме ставлення студента до навчання. Найсучасніші педагогічні технології, засоби і форми організації навчання не забезпечать потрібного рівня знань, умінь та навичок студента, якщо він не має активної особистісної позиції, а його пізнавальна діяльність не буде вмотивованою і цілеспрямованою. Тому активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів, на нашу думку, повинна знаходитися у центрі модернізації та вдосконалення навчально-виховного процесу вищих технічних навчальних закладів.

Якщо увагу студентів не скеровувати, то спостереження може перетворитись у просте «споглядання», що призводить тільки до поверхневого уявлення про предмет, і найбільше помилок у ході виконання креслеників у студентів виникає саме від невміння спостерігати і порівнювати. Необхідно навчити студентів під час розгляду предмета виділяти основні геометричні форми, відчувати пропорції, аналізувати окремі частини предмета та їх співвідносити. Отже, головне завдання у цьому випадку – надати спостереженню цілеспрямованого характеру, а цього можна досягти у стислі строки і більш ефективно шляхом впровадження САПР у процес вивчення нарисної геометрії, яка є фундаментом розвитку конструкторсько-технологічних здібностей.

Варто зазначити, що традиційні засоби навчання (плакати, моделі, слайди тощо) не дають таких можливостей. За допомогою них можна спостерігати тільки за кінцевими результатами, а сам процес утворення – ні. У той же час їх демонстрація на велику аудиторію взагалі не дає жодного позитивного результату, бо роздивитися, що зображено на плакаті, чи побачити окремі елементи моделі неможливо, але використання викладачем сучасної мультимедійної техніки під час проведення заняття (лекція, практичне заняття чи лабораторна робота) дає можливість демонструвати усі ці перетворення на широку аудиторію. Отже, у реальних умовах комп'ютер, як і класичні технічні засоби, постає комунікативним засобом між викладачем і студентом.

На нашу думку окрім засобів навчання, значний вплив на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей мають методи навчання. Вони не можуть бути ні поганими, ні хорошими, потрібно використовувати систему методів. Методи навчання, за допомогою яких досягаються очікувані результати, залишаючись принципово однаковими, нескінченно модифікуються відповідно до безлічі обставин і умов протікання процесу навчання.

Професійні здібності майбутнього випускника ВТНЗ є соціально-виробничою системою, і яка складається з трьох основних взаємопов'язаних напрямів: проектно-виробничого, соціокультурного та навчально-освітнього. Формування професійних здібностей майбутнього інженера включає такі завдання: формування світоглядної позиції, професійної та психологічної готовності до здійснення професійної діяльності; зростання соціальної зрілості та самосвідомості; активізацію соціальної ролі й статусу студента (становлення його як суб'єкта особистісного і професійного розвитку); інтегрування всіх видів знань, що були отримані у вищому навчальному закладі, у цілісну світоглядну систему, пов'язану з професійними навичками майбутнього інженера – випускника вищого технічного навчального закладу.

Інженерна діяльність – це складна система взаємодії спеціаліста та знарядь праці, механізмів і засобів зв'язку. У цій діяльності інженер взаємодіє, з одного боку, з явищами природи, враховуючи природні закони, а з іншого – з технічними засобами і спорудами. Діяльність інженера – це насамперед предметно-практична діяльність,

яка містить соціальний аспект, оскільки пов'язана із задоволенням запитів суспільства.

Серед безлічі методів навчання виділяємо продуктивні методи навчання. Продуктивні – значить необхідні, діяльнісні, міцні, постійно актуальні, сформовані на належному рівні засвоєння знань та вмінь – ті, що дають якісний освітній продукт. «Продуктивна технологія виділяє головне, дає потрібне, програмує успіх і гарантує якість, а тому стає найбільш затребуваною» [127].

Для тих студентів, які навчаються на напрямках конструкторсько-технологічної підготовки з нахилом до практичного, дослідницького і конвенціонального типу професійних інтересів, більше підійдуть методи конструювання понять, конструювання правил, метод нормотворчості, метод придумування та інші.

Розглянемо основні типи методів навчання більш детально та наведемо приклади їх використання у контексті нашого дослідження [108]:

Метод конструювання понять бажано застосовувати для індивідуумів, у яких переважає лінгвістичний (вербальний) тип інтелекту. Формування у студентів понять, що вивчаються, починається з актуалізації уявлень, які вони вже мають. Порівнюючи та обговорюючи уявлення студентів про поняття, викладач допомагає довести їх до деяких узагальнених форм. Причому необов'язково до тих, що є у підручниках або які вже загальноприйняті у сфері використання. Результатом такої роботи виступає колективний творчий продукт – спільно сформульоване визначення поняття. З точки зору конструкторсько-технологічної підготовки, цей метод має такий вигляд: викладач разом зі студентами під час практичного чи лабораторного заняття обговорює ті чи інші методи виготовлення (конструкторської розробки) деталі (вузла) його конструктивні особливості та способи спрощення конструкції шляхом використання сучасних технологій.

Метод конструювання правил. Правила можуть бути створені або «відкриті» самими студентами. Для цього викладач вибудовує спеціальну систему запитань, завдань, підказок, тобто залучається зазначений алгоритм навчальних спрямовуючих дій, які залежать від поставленого завдання. Так, наприклад створення тривимірної моделі деталі може виконуватися декількома способами: додавання та віднімання

елементарних поверхонь, що сукупно дасть нам модель деталі, метод обертання, коли майже 80–90 % формоутворюючих поверхонь отримується в результаті однієї операції.

Методи нормотворчості пов'язані з розробкою студентами норм індивідуальної та колективної професійної діяльності. Це евристичний процес, який потребує застосування методів: рефлексії діяльності, визначення її елементів, встановлення суб'єктів діяльності та їх функціональних прав, завдання організаційних та тематичних меж, формулювання правил та законів. Прикладом такого методу може слугувати спільна робота групи студентів над створенням тривимірної моделі вузла, тобто кожен студент працює над моделлю однієї деталі, а в результаті всі вони формують модель вузла, складання якого відбувається під керівництвом викладача.

Винахідницький метод – це спосіб створення невідомого раніше студентам продукту за результатами їх певних розумових дій. Розробка нової або вдосконалення існуючої конструкції деталі (вузла).

Метод символного бачення полягає у відшукуванні або побудові студентом зв'язків між об'єктом та його символом. Після з'ясування характеру відносин символу та його об'єкта, освоєння правил та алгоритмів, які лежать в основі такого перетворення, викладач пропонує студентам спостерігати за цим об'єктом, щоб побачити та зобразити його символ у графічній, знаковій, словесній або іншій формі. Визначення елементів деталі (ескізів), які є її основою побудови, тобто проведення попереднього аналізу конструкції та визначення методів утворення тих чи інших поверхонь.

Метод евристичних запитань притаманний особам із різними типами інтелекту, тому що тут можуть бути задіяні здатності людини до мови, здатність до абстрактного мислення, здатність сприймати зорову і просторову інформацію, розпізнавати і проводити розбіжності між почуттями, поглядами і намірами інших людей і т. ін. Розроблений ще давньоримським педагогом та оратором Квінтіліаном, цей метод використовується для відшукування відомостей про якусь подію або об'єкт, при цьому ставляться такі сім ключових запитань: Хто? Що? Навіщо? Де?

Чим? Як? Коли? [92]. На основі проведеного конструктивного аналізу деталі відбувається визначення оптимальних методів (способів) отримання необхідної її форми з використанням найбільш оптимальних побудов, тобто зменшення кількості операцій створення тривимірної моделі.

Метод змістовного (сміслового) бачення. Одночасна концентрація свого бачення та набутого досвіду і знань на освітньому об'єкті дозволяє студентам зрозуміти (побачити) першопричину об'єкта, наявну в ньому ідею, тобто внутрішню суть об'єкта. При виконанні складання вузла студент визначає ту необхідну послідовність з'єднання деталей, що дасть найбільш якісний результат за менший час.

Поряд із педагогічними умовами значний вплив на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей має вдосконалення методики роботи викладача, яка суттєво залежить від його уміння цілеспрямовано керувати розумовою діяльністю студентів, активізуючи її. Здійснювати таке керівництво викладач може, тільки опираючись на психолого-педагогічні знання, тобто на систему закономірностей [85]:

1. Якщо в процесі діяльності виконуються три умови:

- а) той, кого навчають, виконує завдання одного типу;
- б) у цих завданнях незмінно повторюється деяка особливість;

в) усвідомлення цієї особливості не обов'язкове для того, щоб отримати правильний результат, та ступінь усвідомлення особливості, що повторюється, знижується, тобто у тих, хто навчається, утворюється хибна узагальнена асоціація.

2. Якщо завдання розв'язуються обґрунтовано, опираючись на пропоновані наукові підходи та методи, то досягається глибоке розуміння і формуються стійкі знання та уміння.

У той же час відомо, що деякі студенти розв'язують завдання механічно, тільки за аналогією з попередніми завданнями, намагаються уникнути міркувань. Тому викладачеві необхідно знати умови, які стимулюють студентів обмірковувати алгоритм розв'язування завдань. Ці умови перераховуються у такій закономірності.

3. Якщо при вивченні нової теми виконуються умови:

- а) студентів пропонують завдання одного типу;

б) результат досягається використанням методів однієї групи;

в) ці методи студент не вибирає серед інших, які можливі в ситуаціях, що схожі між собою;

г) початкові дані завдання є для студента звичними;

д) він впевнений, що діє без помилок, і при розв'язуванні 2-го або 3-го завдання припиняє використовувати визначення і обґрунтовувати свої дії.

Якщо хоча б одна з цих умов порушується при розв'язуванні якогось завдання, то студент починає обґрунтовувати свої дії.

4. Активна розумова діяльність студента зростає, якщо він не тільки знайомиться з матеріалом, а й виконує конкретне завдання, спрямоване на розуміння цієї інформації.

5. Установка (спрямованість) на повноту, тривалість, точність запам'ятовування інформації викликають визначені форми активної розумової діяльності, що призводить відповідно до повного, точного, тривалого запам'ятовування. Вплив цих установок на студентів збільшується зі ступенем опанування прийомами розумової діяльності.

Діяльність студентів під час навчання має двоїстий характер, що виявляється в навчальній діяльності з метою отримання знань, умінь і навичок, а також у підготовці до майбутньої професійної діяльності. Не завжди ця двоїстість потрапляє в поле зору дослідників, ще менш вона усвідомлюється самими студентами. Це, у свою чергу, породжує дві основні течії у мотивації навчання. Перша – в цілому позитивна, зумовлена тим, що її представники вважають навчальну діяльність головною і єдиною. Цей мотив спонукає студентів систематично й сумлінно вивчати теоретичний матеріал, здобувати необхідні знання. Проте прагнення все знати не дозволяє диференційовано накопичувати знання для майбутньої професії, породжує формалізм, виключає творчий підхід. Друга – навчання не праця, а лише засіб підготовки до майбутньої конструкторсько-технологічної діяльності. Це часто виробляє утилітарний підхід до предметів, до самого процесу навчання, в результаті чого формується спеціаліст посередній, який багато міркує, але не вміє працювати [64].

Професійні здібності інженерно-технічних фахівців повинні бути спрямовані на вирішення технічних і соціальних завдань відповідно до цілей, що стоять перед суспільством. Високий рівень професійної діяльності дозволяє успішно вирішувати виробничі завдання. Факторами, що визначають рівень професійних здібностей, можуть бути: чітка професійна спрямованість (мотивація) та професійно значущі риси особистості фахівця; відповідний рівень фундаментальної (базової) підготовки та активності самоосвітньої діяльності; певний рівень знань і навичок в області майбутньої діяльності, включаючи досвід і психологічну підготовку.

Акцент в освітньому процесі переноситься з вивчення фактичного матеріалу на освоєння методів. Це означає, який конкретний навчальний матеріал отримують студенти в період навчання і чи відповідає він адекватній оцінці виробничої діяльності майбутнього фахівця. Основна спрямованість вищого технічного навчального закладу – реалізувати ключові завдання у сфері якості підготовки інженерно-технічних фахівців і застосовувати ті методи, які стимулюють викладачів і студентів до активних форм навчання. При цьому технічному вишеві потрібно орієнтуватися на державний освітній стандарт, вдосконалення навчальних програм, методів і прийомів навчання, а також на актуалізацію лектора у навчальному процесі.

Розглянемо такий дидактичний аспект, як модель технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання. Під нею слід розуміти системний опис розвитку (відповідно до уявлення про функції) професійних, соціально-політичних, творчих, особистісних якостей фахівця, що визначають його здатність працювати в умовах ринкових відносин, досягати результатів, які відповідають вимогам науково-технічного прогресу та системі орієнтирів суспільства.

Мета побудови моделі технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів – розв'язування завдань, безпосередньо пов'язаних з вирішенням проблеми діалектичного протиріччя між все зростаючим обсягом інформації, який потрібно для підготовки фахівця широкого профілю (інженер-

технолог, інженер-конструктор) і здатністю людини засвоїти цю інформацію за відведений на його підготовку час [110].

В цілому модель технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів як дослідницький апарат повинна мати певні властивості та будуватися на певних принципах, що забезпечують досягнення поставлених цілей (які зазначено вище). Очевидно, що вона повинна бути, по-перше, адекватною реальності, тобто забезпечувати максимальну відповідність між розвитком конструкторсько-технологічних здібностей студентів та їх практичною діяльністю. По-друге, модель має бути динамічною. Під динамічністю розуміється її періодична відтворюваність, завдяки чому може бути досягнуте безперервне відображення змін, що відбуваються у суспільстві. Саме ця властивість моделі може забезпечити її відповідність сучасним і конкурентоспроможним умовам ринку [69]. А така властивість моделі, як консервативність (стабільність), повинна забезпечувати накопичення та засвоєння знань, яким суспільство уже володіє. Для засвоєння досягнень людської культури кожне нове покоління має діяти аналогічно до досягнень попередніх поколінь [94]. По-третє, модель повинна носити прогностичний характер, тобто йти попереду часу, мати випереджальний характер і визначати перспективи у підготовці фахівців. Таким чином, окрім вимог щодо прогнозування тенденцій розвитку спеціальності відповідно до науково-технічного прогресу, модель фахівця повинна відповідати вимогам адекватності, динамічності та консервативності (стабільності) [123].

На думку Ф. Якубова модель випереджувальної інженерної освіти, це високопрофесійна освіта, яка передбачає майбутні потреби суспільства у сфері праці; використовує технології (освітні, інформаційні, управлінські) майбутнього; забезпечує повноцінний особистий розвиток студента як професіонала; випереджає інші загальні інститути за рівнем ресурсного забезпечення. Усі перераховані риси становлять модель випереджувальної інженерної освіти [205].

Сутність розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час навчання комп'ютерного конструювання та моделювання полягає у визначенні

мети, розробці системи кроків для ефективного наближення до заданих умов, а також в оцінюванні та контролі процесу реалізації обраної стратегії.

На рис. 2.4 представлено модель технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання із застосуванням сучасних САПР яка включає у себе наступні блоки:

- цільовий;
- змістовно-організаційний;
- операційний;
- результативний.

Так, *цільовий блок* передбачає обґрунтування цілей і завдань розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів та детермінує розвиток їх професіоналізму.

У процесі дослідження виділені та включені в окремий (*змістовно-організаційний*) блок компоненти конструкторсько-технологічних здібностей і визначено групи педагогічних умов їх розвитку (змістові, організаційні, особистісні), що забезпечують єдину організаційно-методичну стратегію навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, вони включають в себе: посилення професійного контексту в змісті навчального матеріалу, обов'язкове використання сучасних САПР, удосконалення методичних систем навчання, а також зміст конструкторсько-технологічної підготовки. Перераховані умови покликані забезпечити сприйняття, розуміння, запам'ятовування та застосування інформації, тобто розвивати інтерес (мотивацію) до розв'язування конструкторсько-технологічних задач.

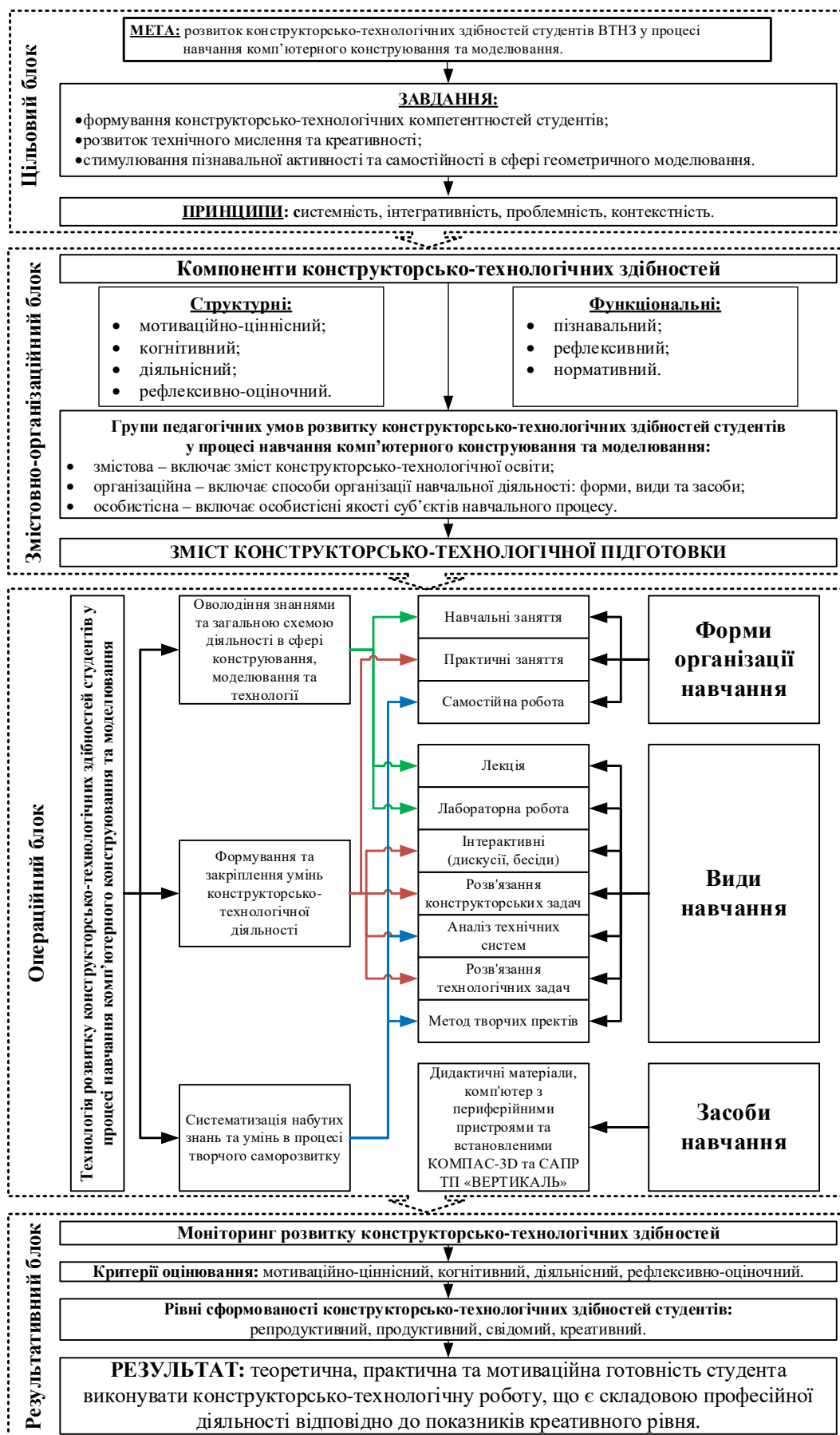


Рис. 2.4. Модель технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання

До *операційного блоку* входить технологія розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, завдяки якій відбувається: оволодіння студентами знаннями та загальною схемою діяльності в сфері геометричного моделювання; формування та закріплення умінь геометричного моделювання; систематизація отриманих знань та умінь в процесі творчого саморозвитку. Технологія включає в себе форми організації, види та засоби навчання.

Результативний блок визначає рівні сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів: репродуктивний, продуктивний, свідомий і креативний, а також їх критерії та показники.

Таким чином, використання даної моделі технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання дає змогу досягти таких результатів: у ході навчального процесу поліпшуються знання студентів у сфері геометричного моделювання, розвиваються конструкторсько-технологічні здібності, відбувається становлення висококваліфікованого фахівця.

Висновки до другого розділу

Виокремлено та обґрунтовано компоненти розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів: структурні (мотиваційно-ціннісний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивно-оціночний) та функціональні (пізнавальний, нормативний, рефлексивний), що визначають навчальну діяльність студентів, яка ґрунтується на принципах систематичності й системності, активності й самостійності, індивідуального підходу, досвіду діяльності.

Визначено вплив на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей креативного потенціалу студентів, їх творчої активності, а також методичної діяльності викладача комп'ютерного конструювання та моделювання і виділено її основні функції, а саме: аналітична, проектувальна, конструктивна, нормативна та дослідницька.

Відповідно до структури конструкторсько-технологічних здібностей визначено критерії, на основі яких здійснюється діагностування її сформованості: мотиваційно-ціннісний, когнітивний, діяльнісний, рефлексивно-оціночний. Згідно з вимогами критеріального підходу, перераховані критерії фіксують діяльнісний стан суб'єкта, несуть інформацію про характер діяльності, про мотиви і ставлення до її виконання. Показники цих критеріїв покладено в основу характеристики чотирьох рівнів сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання: репродуктивного, який відбувається в навчальній діяльності студентів щоденно; свідомого – прямо пов'язаного з процесом формування здібностей, у тому числі й конструкторсько-технологічних; продуктивного – пов'язаний з двома основними операціями: вибором діяльності зі зразків та самою діяльністю; креативного, що передбачає чітке уявлення про сформованість індивідуального стилю діяльності та характеризується професійною спрямованістю, усвідомленим, позитивним ставленням майбутнього інженера до професійної діяльності.

Виділено групи педагогічних умов, що забезпечують ефективний розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання: змістові, організаційні та особистісні.

Розроблено структурно-логічну схему розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, згідно з якою розвиток конструкторсько-технологічних здібностей слід розпочинати вже при навчанні в загальноосвітньому навчальному закладі, вивчаючи предмети математично-технічного напрямку (формування у них інформаційно-комунікаційної, міжпредметної та предметно-технологічної компетентностей) і продовжувати під час навчання загальнотехнічних та спеціальних дисциплін на 1–4 курсах технічного вишу.

У контексті сучасних наукових підходів, ураховуючи актуальні тенденції у досліджуваній сфері, теоретично обґрунтовано модель технології розвитку

конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, під якою розуміється описова характеристика, що включає комплекс взаємопов'язаних елементів: мети, принципів, задач, змісту конструкторсько-технологічних здібностей, а також технологію їх формування. Розглянуто процес навчання геометричного моделювання із застосуванням різноманітних форм, методів і засобів навчання. Результатом роботи моделі є теоретична, практична та мотиваційна готовність студента виконувати конструкторсько-технологічну діяльність, що є складовою професійної діяльності відповідно до показників креативного рівня.

Матеріали другого розділу подано в кількох публікаціях автора [42, 146, 139, 145].

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНСТРУЮВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

3.1. Методика впровадження технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання

Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання є однією з інтегральних складових їх майбутньої професійної діяльності. Така діяльність включає вивчення, створення та подальше удосконалення моделей технічних об'єктів з використанням сучасних технологій, аналітичних та інженерних функцій спеціальних комп'ютерних програмних засобів. Пошук інженерних рішень не тільки пов'язаний з найбільш економічним, ергономічним і технологічним варіантом втілення технічної ідеї. Він повинен відповідати сучасним екологічним стандартам технологічних способів виробництва.

Інженерна праця не тільки вдосконалює та збільшує техногенний базис суспільного розвитку, але і є важливим компонентом економічного й культурного регулювання соціальних запитів, проблем і процесів. Проектуючи та конструюючи технічні нововведення, інженери не лише постійно вдосконалюють світ техніки і технології, а й оптимізують умови виробництва, змінюючи таким чином потреби ринку збуту і ринку праці.

В умовах демократизації і гуманізації освіти потрібна ефективна технологія розвитку конструкторсько-технологічних здібностей: замість інформативного повинен домінувати пошуковий метод; не стільки заучування знань, скільки засвоєння методів і технічних засобів наукового пізнання, підняття до навичок

використання наукових здобутків, у чому вирішальну роль повинні відігравати практикуми розв'язування задач та лабораторних досліджень [106].

Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів є важливим завданням освітньої практики вищих технічних навчальних закладів. Слід зазначити, що одним із аспектів розширення застосування комп'ютерних технологій можна назвати використання з метою наочного відображення конструкторських та технологічних методів і операцій розробки й створення окремих компонентів деталей машин або їх вузлів безпосередньо під час лекційних занять.

Не можна не погодитись з О. Ігнатюком [65] який зазначає, що зростання статусу інженерної професії та її престижу істотно змінює погляди на професію особистості, покликаної винаходити, придумувати, влаштовувати, споруджувати, проектувати, відповідати за свої винаходи перед людиною і природою, тобто на професію інженера, який завжди сприймався як людина високоосвічена і знаюча. Сучасне суспільство потребує не вузьких спеціалістів, а всебічно розвинених особистостей з фундаментальною освітою, багатою внутрішньою культурою, розвиненими конструкторсько-технологічними здібностями.

Значний вплив на засвоєння викладеного матеріалу студентами має процес постійної оптимізації навчання, який повинен бути пов'язаний із сучасним баченням викладачем проблем, котрі виникають на виробництві, науково-дослідній роботі, та їх рішень. Насамперед слід звернути увагу на такі проблеми, які мають прямий вплив на процес покращення конструкторсько-технологічних знань студентів.

Сутність оптимізації процесу навчання полягає у створенні сприятливих умов для отримання очікуваних результатів без зайвих витрат часу та фізичних зусиль. Основними критеріями оптимальності процесу навчання є результативність і якість вирішення навчально-виховних завдань, витрати часу та зусиль педагогів і студентів на їх досягнення.

Оптимізація процесу навчання передбачає таку послідовність його етапів:

- усвідомлення загальних цілей навчальної діяльності взагалі та конкретного її етапу;
- вивчення стану системи, у якій відбувається навчальна діяльність;

- виявлення суперечностей між вимогами, цілями і можливостями системи, конкретизація цілей, перспектив майбутньої діяльності з метою подолання виявлених суперечностей;
- оцінювання майбутньої діяльності з точки зору загальних закономірностей, принципів ефективного функціонування навчального процесу;
- з'ясування змісту навчальної діяльності, послідовності його розкриття з урахуванням закономірностей і принципів ефективного функціонування навчального процесу;
- добір форм організації навчально-пізнавальної діяльності відповідно до закономірностей, принципів і цілей навчання, досвіду використання їх в аналогічних ситуаціях;
- визначення необхідних методів навчання, стимулювання і контролю відповідно до закономірностей, принципів, цілей, змісту і форм організації навчання, а також досвіду їх використання;
- оптимальне поєднання і послідовність використання форм і методів навчання у розкритті змісту;
- дотримання оптимального темпу навчальної діяльності;
- реалізація намічених засобів навчання;
- внесення у навчальну діяльність коректив за даними поточного контролю;
- аналіз наслідків навчання і врахування результатів у новому циклі навчальної діяльності.

Безперечно, у кожній конкретній ситуації необхідні актуальні для неї засоби оптимізації навчального процесу, що залежить від знань, досвіду викладача, його вміння аналізувати реальні справи і робити об'єктивні висновки [189].

Система знань інженерно-технологічної діяльності, умінь і навичок у процесі навчання представлена в трьох групах: загальнонаукові, політехнічні та професійні, які включають елементи більш часткового характеру. Взаємозв'язок між окремими елементами цієї системи включає зв'язки, усередині окремих навчальних предметів, між предметами, окремими видами освіти і між загальними властивостями змісту

конструкторсько-технологічної підготовки, які визначаються цілями освітнього, політехнічного і професійного навчання.

Уміння та навички характеризують суть і зміст навчального предмета, стійкі внутрішні й зовнішні зв'язки та відносини «наука – освіта – виробництво». Зв'язки між знаннями, вміннями і навичками відображають реальну структуру взаємодії всіх частин та елементів даної системи в цілому.

В основі зв'язку між теорією і практикою лежить процес пізнання – процес взаємодії об'єкта і суб'єкта, сутністю якого є перетворення предметного змісту у зміст мислення (отримання знань), а кінцевою метою – досягнення істини.

Умовою і об'єктивною основною пізнання є суспільно-практична діяльність. Теоретико-пізнавальна функція практики полягає в тому, що вона є основою пізнання (дає матеріал пізнанню, визначає характер його засобів, рівень та особливості відображення дійсності, обумовлює формування об'єкта і суб'єкта), його метою, а також критерієм істинності знань. Практика не лише породжує пізнавальні здібності людей, але й створює ту соціальну атмосферу, що сприяє отриманню знань, їх накопиченню, забезпечує передачу їх іншим поколінням. На основі практики розвивається потреба в подальшому розвитку знань. Із практичної потреби виникають теоретичні науки (технічна механіка, опір матеріалів тощо). Отже, практика з початку і до кінця обумовлює пізнання, надає йому суспільного характеру.

Загальнонаукові методи пізнання використовують всі, або майже всі науки. До таких методів відносяться:

– *аналіз і синтез* — взаємообумовлені методи пізнання. Аналіз – уявне розчленування цілісного предмета на його частини, виділення окремих ознак, властивостей предмета і вивчення їх як певних елементів цілого. Аналітичний метод спрямований на визначення внутрішніх тенденцій і можливостей предмета. Синтез – зворотній процес – уявне поєднання в єдине ціле розчленованих частин предмета. Синтетичний підхід в процесі пізнання передбачає вміння побудувати цілісний образ, модель досліджуваного предмета;

– *метод сходження від абстрактного до конкретного* – метод, за допомогою якого здійснюється синтез абстракцій, внаслідок чого предмет відтворюється системно і цілісно. За своєю сутністю цей метод є поєднанням аналітичного і синтетичного методів;

– *індуктивний і дедуктивний методи пізнання* – загальні види розумових міркувань, взаємопов'язані методи пізнання. Дедукція – метод, який полягає в одержанні часткових висновків на основі знання якихось загальних положень. Інакше кажучи, це є рух нашого мислення від загального до часткового, окремого. Індукція – метод пізнання, що ґрунтується на формально-логічному умовиводі, який дає можливість одержати загальний висновок на основі окремих фактів. Інакше кажучи, це є рух нашого мислення від часткового, окремого до загального;

– *наукове спостереження* – метод вивчення ознак і відношення окремих предметів, які розглядаються в їхніх природних умовах;

– *експеримент* – метод вивчення предметів і явищ, у якому людина активно втручається в їх природний стан і розвиток, створює для них штучні умови;

– *методи аналогії та моделювання* – методи, що ґрунтуються на варіюванні знань, отриманих при аналізі певного об'єкта (моделі), на інший об'єкт, менш вивчений;

– *метод побудови гіпотез* полягає у формуванні припущення, ймовірного знання, у створенні обґрунтованого передбачення певних закономірностей або причини, які викликають певний факт або явище;

– *метод екстраполяції* – метод дослідження, що дає можливість при певних умовах розповсюдити знання про одні предмети на інші;

– *динамічні та статистичні методи* – дві великі групи методів, що досліджують об'єкти з різних аспектів. Динамічні методи спрямовані на взаємозв'язок, який має однозначний причинно-наслідковий характер, випадковість відіграє незначну роль. Закономірність цих явищ має необхідний характер. Усі названі вище методи відносять до динамічних. Статистичні методи використовуються для дослідження не окремих явищ, а їх множини. Поряд із необхідністю велике значення тут має випадковість;

– *системно-структурний метод* заснований на дослідженні матеріальних утворень як систем, що мають певну структуру і певну кількість елементів;

– *математичні методи* (аксіоматичний, математичне моделювання, математична статистика тощо) засновані на формалізації пізнавального процесу, абстрагуванні від конкретного змісту об'єкта, аналізі кількісних і структурних сторін предметів.

Усе перераховане вище можна поєднати в одному понятті – *методика викладання*.

Методика – це, як правило, якийсь готовий «рецепт», алгоритм, процедура для проведення будь-яких націлених дій [23].

Перед методикою впровадження технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей ми поставили наступні основні задачі:

1. Визначити конкретні цілі викладання геометричного моделювання, його пізнавальне та виховне значення як складової частини конструкторсько-технологічних здібностей.

2. Визначити зміст і структуру викладання.

3. Розробити найбільш раціональні види, засоби та викладання, що забезпечать гарне засвоєння студентами знань, умінь і навичок.

4. Дослідити процес засвоєння знань студентами.

Щодо методики викладання геометричного моделювання і конструювання то вона тісно пов'язана з методикою викладання графічних дисциплін, у якій розглядаються питання вивчення основних розділів і тем курсу, шляхи формування навичок креслення та виконання креслеників, роль графічних задач і їх використання в навчанні тощо.

Отже, методика є окремою теорією, а технологія – алгоритмом її втілення в практику, тому недостатньо знати тільки методику, потрібно уміти трансформувати знання і вміння, тобто володіти технологією отримання запланованого результату (п. 2.3. рис. 2.4).

Основними формами організації навчального процесу з курсу комп'ютерного конструювання та моделювання є лекції, лабораторні роботи і самостійна робота, як індивідуальна, так і під керівництвом викладача.

Методика підготовки та проведення лекції з курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» має свою специфіку. Найперше слід зазначити, що сучасна лекція – це посвячення слухачів у процес сумісної наукової роботи, залучення їх до наукової творчості, а не тільки передавання наукової істини. Тому характерною особливістю сучасної лекції має бути діяльнісна основа, яка означає не механічне поєднання діяльності викладача і студента, а перш за все їх взаємодію у сумісному навчальному пошуку. Тому, на нашу думку, лекційні заняття та лабораторні роботи слід проводити в вигляді дискусії, тобто викладачеві слід детальніше роз'яснювати матеріал та давати відповіді на питання студентів. Приклад лекційного заняття з комп'ютерного конструювання та моделювання представлено у додатку Д.

Як уже було зазначено, першим етапом розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у ВТНЗ є базова графічна підготовка.

При традиційному методі викладання інженерної графіки формується абстрактне мислення студента, а при паралельному застосуванні САПР – конструкторсько-технологічні здібності. Але сучасні вимоги до вищої професійної освіти передбачають насамперед формування знань, умінь і навичок, що знадобляться в професійній діяльності майбутнього фахівця. Іншими словами, інженерна графіка як навчальна дисципліна не має такої розкоші, щоб витрачати дорогоцінний час на загальний розвиток, її сучасні функції – це формування професійних якостей майбутнього фахівця. Виходячи з цього, перед викладачем постає подвійне завдання: сформулювати базові поняття з дисципліни, досить складні для розуміння, та навчити студентів використовувати для розв'язування практичних завдань навчально-прикладної комп'ютерної програми (наприклад, КОМПАС-3D). Розв'язати це подвійне завдання за умов катастрофічної нестачі навчального часу вкрай важко [98].

Незважаючи на те, що графічна підготовка є фундаментальною основою вивчення геометричного моделювання, вона широко застосовується в підготовці студентів, при вирішенні практичних проблем, а також посідає значне місце в системі готовності студентів до трудової діяльності за обраним фахом.

Ряд науковців (А. Гедзик, О. Джеджула, М. Козяр, І. Нищак, Г. Райковська) звертають увагу на те, що при застосуванні традиційної системи професійної підготовки уміння і навички щодо виконання інженерно-конструкторських робіт закладаються у процесі вивчення, переважно фундаментальних дисциплін, курсового та дипломного проектування. Утім одержаних знань для самостійного виконання інженерно-конструкторських робіт у професійній діяльності молодому фахівцеві недостатньо, необхідна тривала його адаптація – становлення фахівця-професіонала. Цей адаптаційний період може бути значно скорочений за умови успішно сформованих умінь самостійно здобувати і примножувати свої знання. Мова йде про запровадження у навчальний процес інформаційно-комунікаційних засобів, які спроможні наблизити як базову, так і всю графічну підготовку до реальних виробничих умов. Знання й уміння базової графічної підготовки є засобами удосконалення конкретної інженерно-конструкторської діяльності. Уся графічна підготовка є ефективною і успішною за умови, коли у студентів будуть одночасно формуватися необхідні професійно важливі якості особистості [147].

У даний час більшість ВТНЗ прагнуть модернізувати систему освіти на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій, які сьогодні пропонують нові перспективи і значні можливості для графічної підготовки студентів [188].

Ми погоджуємося з думкою С. Коваленка який зазначає, що використання САПР дає можливість якісно замінити традиційні способи інженерної графічної освіти та сприяє [71]:

- розширенню сфери графічної компетентності завдяки набуттю знань та умінь комп'ютерного моделювання і графіки як фундаментальної основи автоматизованого проектування;

- розкриттю, збереженню і розвитку індивідуальних здібностей студентів, унікального поєднання їхніх особистісних якостей;
- формуванню у студентів пізнавальних і професійних, інтелектуальних та графічних виконавських здібностей;
- прагненню до самоосвіти і самовдосконалення;
- ставленню студентів до вивчення явищ реальної дійсності в нерозривному взаємозв'язку з ноосферою та загальнолюдською, інформаційною, комунікативною, технічною і графічною культурою;
- постійному динамічному відновленню методів і форм організації процесу графічної підготовки студентів.

Дисципліну «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» можна розглядати як комплексне утворення, в якому «відбувається активне перенесення знань з однієї науки в іншу, поняття однієї дисципліни починають поступово застосовуватися в цілому регіоні наук». У такому випадку навчання має бути побудоване так, щоб теоретичний матеріал сприймався студентами як єдине ціле. Потрібно навчити студентів бачити в кожному предметі його геометричну суть, а якщо предмет складний, то вміти виділяти геометричну форму кожного елемента. Тільки при додержанні таких умов у студентів в процесі навчання будуть успішно формуватися навички до аналізу і синтезу побаченого [160].

Уміння користуватися графічним програмним забезпеченням та інтерес, який з'являється у студентів, спонукає їх до свідомого опанування інженерної графіки, удосконалення проекційного і машинобудівного креслення, що становить базову графічну підготовку, а у подальшому – графічну основу автоматизованого проектування технічних об'єктів.

Наочність на лекціях і практичних заняттях з інженерної графіки має виняткове значення. Цим і визначається досить широке застосування різного дидактичного матеріалу.

Принцип наочності був і залишається одним із головних принципів навчання. Золоте правило дидактики з часів Я. Коменського не втратило свого значення й сьогодні. Наочні засоби завжди відповідали і відповідають не лише потребам

навчального процесу, а й реальним матеріально-технічним можливостям, залежали і залежать від історичного розвитку.

На думку У. Боумена [15], наочне представлення інформації помітне, зрозуміле всім з дитинства, і такою формою є графіка.

Серед методів навчання, які застосовуються у вищій школі, є такі, що спрямовані на засвоєння знань в умовах репродуктивної діяльності (відтворення знань без змін), і такі, що викликають продуктивну (передбачають трансформацію знань, зміни в структурі їх засвоєння, пошукові знання) й активізують навчально-пізнавальну діяльність.

На нашу думку базова графічна підготовка як складова загальноінженерних дисциплін, закладає основу інженерної освіти. Вона покликана розв'язати основну задачу інженерної графіки – дати фундаментальні знання, які необхідні студентам для виконання і читання креслеників, навчити розв'язувати просторові задачі на площині, а це викликає певні труднощі, пов'язані з просторовим уявленням складних об'ємних фігур.

Ми вважаємо, що опанування студентами теорії і практики геометричного моделювання під час розв'язування задач у подальшому проявляє себе в уміннях будувати повний життєвий цикл виробу, на кожному етапі якого присутнє геометричне моделювання.

Як вже зазначалось предметом геометричного моделювання є просторові форми формальних геометричних елементів, їх взаємозв'язок і властивості. Ці елементи є складовими візуальної геометричної мови, за допомогою якої описуємо різноманітні формальні об'єкти. І вже в процесі базової графічної підготовки формуються конструкторсько-технологічні здібності, а 3D-методи їх якісно змінюють відповідно до сучасних вимог. Послідовність розв'язування задач також змінюється: будується модель у 3D, а потім пласке зображення об'єктів із розв'язком задачі. Така послідовність розв'язування задач дає можливість отримати з моделі необхідну інформацію для дослідження самих об'єктів.

Нові підходи з оновлення курсу нарисної геометрії співзвучні з позицією науковців, які вбачають майбутнє в 3D-комп'ютерному геометричному

моделюванні. Проте ми є прихильниками поступового переходу, тобто пропонуємо частково відмовитися від детального викладу класичних методів інженерної графіки, а взяти за вихідну інформацію щодо розв'язку задач її просторову модель – 3D, розглядаючи її прості складові (точка, пряма, площина тощо) та не виключаючи їх взаємодії між собою на площині. На початкових стадіях навчання такий підхід можна розглядати як «звикання» до геометричного моделювання, набуття умінь і навичок працювати з моделями, що в подальшому використовується під час курсового і дипломного проектування та є основою професійної компетентності майбутнього інженерно-технічного фахівця.

Наступним етапом графічної підготовки студентів є вивчення основ машинобудівного креслення. Кресленик деталі, крім геометричного зображення, повинен містити необхідні дані для її виготовлення та контролю. До таких даних відносяться: розміри, величина шорсткості поверхні, відомості про марку та стан матеріалу та інші вимоги до готової деталі.

Слід зазначити, що викладені в додатку Е способи нанесення розмірів на креслениках деталей машин застосовуються при виготовленні виробів на верстатах з ЧПУ, а оскільки вони вивчаються студентами під час прослуховування дисциплін спеціального циклу підготовки ми вважаємо за потрібне розглянути їх у процесі вивчення інженерної графіки, що значно вплине на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, адже сучасні САПР мають відповідні модулі, що дають змогу розробити програми керування верстатами з ЧПУ на основі тривимірних моделей деталей та їх креслеників.

В сучасних умовах машинобудівного виробництва застосування верстатів з ЧПУ має низку переваг, а саме:

- низька вартість виробництва у порівнянні зі звичайними верстатами;
- забезпечення високої якості виробництва деталей завдяки високоточному обладнанню;
- більша швидкість виробництва (завдяки автоматизації).

Спосіб нанесення розмірів для деталей, що виготовляються на верстатах з ЧПУ відрізняється від традиційних та має свої особливості. Так, зокрема робота верстата з ЧПУ тісно пов'язана з системами координат, а саме: система координат верстата, деталі, пристосування та інструмента.

Приклади нанесення розмірів деталей типу «Вал» та «Пластина» традиційним (комбінованим) та координатним (для написання програми керування верстата з ЧПУ) представлено у додатку Ж.

У процесі активізації графічної підготовки ми пропонуємо студентам під час виконання творчих (конструкторських) завдань в САПР КОМПАС-3D (додаток З), використовувати нанесення розмірів з врахування обробки деталі на верстатах з ЧПУ, що покращить розвиток їх конструкторсько-технологічних здібностей.

Для виконання такого завдання кожному студентові необхідно прагнути скласти свою унікальну конфігурацію деталі. Під час виконання необхідно користуватися методичними вказівками [143] та за необхідності звертатися до викладача для отримання консультації. При перевірці виконаного завдання викладач звертає увагу на якість і правильність побудови кресленника та кількість і тип конструктивних елементів, які були використані студентом.

Виконуючи таке завдання, студент:

- активізує свою творчу уяву та просторове мислення;
- вивчає методи геометричного просторового (тривимірного) моделювання;
- засвоює основи роботи в САПР КОМПАС-3D.

Такий підхід у графічній підготовці є хорошою базою для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх фахівців; подолання розриву між змістом освіти, освітніми технологіями, всією інфраструктурою освітньої сфери, який все збільшується, і потребами нової економіки. І це можливо тільки на основі випереджувальної підготовки висококваліфікованих фахівців науково-технічної сфери.

Така підготовка відбувається під час прослуховування різних предметів: «Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин», «Технологічні основи машинобудування», «Технологічна оснастка», «Технологія обробки типових

деталей», що відбувається не систематично, заважаючи на те, що ці предмети викладаються на різних курсах.

Проведене нами дослідження дає підстави констатувати, що доцільно розпочинати розвиток конструкторсько-технологічних здібностей з використання САПР КОМПАС-3D вже під час вивчення курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» (1 курс), а потім поєднати в курсі «Комп'ютерне конструювання та моделювання» всі набуті студентами знання під час вивчення таких загально-технічних та спеціальних дисциплін: «Деталі машин» (3 курс) «Теорія різання» (3 курс), «Технологія машинобудування» (4 курс), «Технологічна оснастка» (4 курс), «Технологія обробки типових деталей» (4 курс).

Таким чином, курс «Комп'ютерне конструювання та моделювання» складається з двох частин: *конструкторської* та *технологічної*. Курс можна поділити на чотири етапи, а саме:

- 1) побудова тривимірних моделей деталей складальної одиниці та їх креслеників;
- 2) побудова тривимірного складання вузла та його кресленика і специфікації;
- 3) розробка технологічного процесу виготовлення однієї із деталей складальної одиниці;
- 4) розробка технологічного процесу послідовності складання вузла.

Перший та другий етап відносяться до конструкторської частини, третій та четвертий – до технологічної.

Використання комплексних завдань під час вивчення курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» дасть змогу закріпити отримані студентами знання загально-технічного циклу та значною мірою розвинути свої конструкторсько-технологічні здібності.

У відповідності з технологією розвитку конструкторсько-технологічних здібностей та робочою навчальною програмою курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» яка включає в себе лекції та лабораторні роботи вважаємо за необхідне розглянути більш докладніше конструкторський (3 семестр) та

технологічний (4 семестр) етапи більш детально на прикладі технічного завдання складальної одиниці «Форсунка», структурна схема якої показана на рис. 3.1.

Так, на першій лабораторній роботі студентам видається технічне завдання – складальний кресленник та специфікація з переліком складових частин та з яких матеріалів вони виготовляються, а також характеристики стандартних виробів (додаток И, рис. И1, И2).

Складальний кресленник містить у собі всі необхідні розрізи, перерізи та види, які необхідні для визначення геометричних параметрів складових вузла.

Виходячи з того, що студенти вже були ознайомлені з роботою в САПР КОМПАС-3D під час вивчення курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» у процесі виконання завдання вони розробляють тривимірні моделі всіх складових вузла, що перераховані у розділі «Деталі» специфікації, використовуючи САПР КОМПАС-3D та отриманий ними коефіцієнт масштабу.

Враховуючи незначну кількість аудиторних годин, виділених для проведення лабораторних робіт, ці побудови студенти виконують в основному під час самостійної роботи у вільний від занять час в комп'ютерному класі або вдома.

У ході проведення лабораторної роботи викладач за допомогою сучасних інформаційних технологій (проектор, екран) демонструє різні способи отримання тривимірних моделей та обговорює зі студентами варіанти їх застосування щодо конктерної деталі, проводить дискусії та консультації, тобто викладач у процесі навчання студентів використовує метод конструювання понять.

Так, наприклад, у додатку К наведено два різні способи побудови деталі «Корпус», перший із них складається з шести операцій, а другий – з п'ятнадцяти.

Аналізуючи представлені викладачем способи побудови деталі студенти відзначають, що при використанні першого способу 90 % поверхонь деталі отримується вже в результаті першої операції, зменшується кількість часу на розробку моделі деталі порівняно з другим способом. За такого підходу в студентів активізуються конструкторські здібності, що забезпечує отримання ґрунтовніших знань з конструювання деталей машин та самостійності прийняття рішень, вони

зосереджуються над розробкою своїх деталей удосконалюючи, при цьому, представлені викладачем способи побудов або розробляючи свої.

Слід відмітити, що найбільш ефективно засвоєння знань спострігається при технологічному поєднанні подання навчального матеріалу із процедурою контролю його засвоєння студентами та уточнення цих знань. Так, наприклад, під час перевірки розроблених студентом тривимірних моделей викладач насамперед повинен звертати увагу на правильність виконаних побудов, їх послідовність та кількість залежно від складності деталі, адже одні й ті ж побудови можна виконати різними способами. Такі показники якості виконаної роботи можуть вплинути на остаточну кількість балів. Результати контролю використовуються для корекції роботи студентів, аналізуючи разом із викладачем побудовану тривимірну модель деталі вони самостійно відмічають шляхи можливого вдосконалення, спрощення тощо. Відбувається активізація пізнавальної діяльності студентів унаслідок чого вони відчують потребу в подальшому поглибленні своїх знань, що впливає на розвиток їх конструкторсько-технологічних здібностей.

Виконання побудов студентом за першим способом свідчить про високий (креативний) рівень конструкторських здібностей, а застосування другого – репродуктивний рівень.

Студенти, які виконали завдання на репродуктивному рівні розглядають проблемні ситуації, що виникли у процесі роботи та удосконалюють свої навички роботи в САПР КОМПАС-3D шляхом активного спілкування з викладачем під час аудиторних занять або зі своїми одногрупниками під час виконання самостійної роботи, таким чином реалізовується метод нормотворчості, що спряє поглибленню їх знань, дозволяє у вторчій обстановці активно розвивати конструкторсько-технологічні здібності.

У процесі розробки тривимірних деталей студенти можуть використовувати винахідницький метод, тобто знаходити нові способи побудов або вдосконалювати вже відомі їм.

Наступним кроком виконання завдання є створення кресленика деталі відповідно до вимог СКД ДСТУ, ДСТУ ISO (побудова необхідних розрізів,

перерізів, видів та розмірів) [141], адже він потрібен для виконання другої частини технічного завдання (розробка технології виготовлення деталі).

Для побудови кресленика студентам потрібно застосувати набуті знання під час прослуховування курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» і навички роботи в САПР КОМПАС-3D. Створення кресленика за наявності тривимірної моделі деталі є зовсім нескладним, побудова видів відбувається в автоматичному режимі, залишається тільки побудувати необхідні розрізи (перерізи), нанести розміри, заповнити (за необхідності) технічні вимоги та основний напис.

Виконаний кресленик деталі «Корпус», що входить до складу складальної одиниці «Форсунка», показано у додатку И (рис. И3).

Таким чином, виконавши побудову тривимірних моделей всіх деталей та їх креслеників, що входять до складу вузла, студенти завершили перший етап конструкторської частини завдання.

Наступним етапом конструкторської частини завдання є створення тривимірного складання вузла, його кресленика та специфікації.

Перед початком виконання тривимірного складання вузла студентам необхідно проаналізувати технічне завдання на предмет тих чи інших спряжень та їх комбінацій, тобто скористатись методом символного бачення, а визначивши необхідну послідовність виконання спряжень – метод змістовного (сміслового) бачення.

Згідно зі специфікацією складальної одиниці «Форсунка», до її складу входить 10 деталей та один стандартний виріб (додаток И, рис. И2).

Створення складника розпочинається зі створення нового файлу. Потім необхідно вставити базовий елемент (деталь), який буде закріплений у початку координат і відносно якого будуть зорієнтовуватися всі інші деталі. Базова деталь при фіксації її є нерухомою відносно системи координат.

Усі наступні додані до складника деталі шляхом побудови необхідних спряжень розташовуються у потрібній позиції відносно базової або уже наявних у складанні інших деталей.

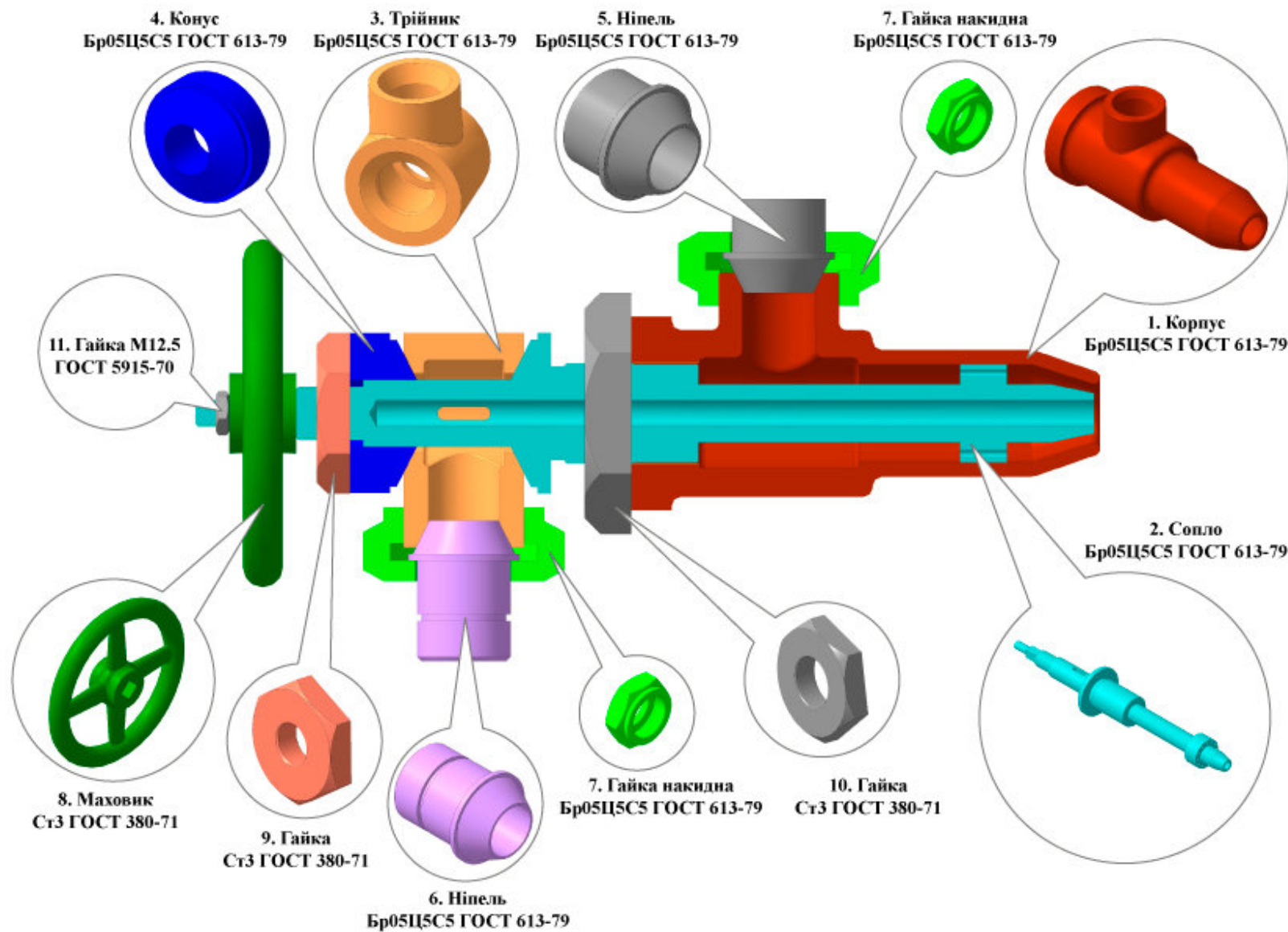


Рис. 3.1. Структурна схема складальної одиниці «Форсунка» з позначенням її складових

Послідовність створення тривимірного складника вузла «Форсунка» представлена у додатку Л.

Отримавши тривимірне складання, студенти можуть, використовуючи можливості САПР КОМПАС-3D, на її основі створити складальний кресленик, побудувати всі необхідні розрізи, перерізи, поставити розміри та позиції, заповнити технічні вимоги та специфікацію.

На цьому конструкторська частина завдання завершується, а студенти переходять до роботи над технологічною частиною.

Всі вище перераховані методи притаманні також і другій частині виконання технічного завдання – розробці технології виготовлення деталі, а метод евристичних запитань реалізовується постійно, оскільки в студентів постійно виникають запитання на які викладач повинен дати змістовну відповідь, наприклад продемонструвати варіанти реалізації тої чи іншої операції тощо.

Для того щоб виконати технологічну частину завдання, використовуючи САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, студентам потрібно буде задіяти набуті ними знання під час прослуховування курсів загально-технічного циклу підготовки.

Особливості роботи студентів у САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ полягають у тому, що вихідною інформацією для проектування технологічного процесу є кресленик деталі та річна програма випуску (згідно з отриманим технічним завданням). У більшості випадків студенти використовують варіант діалогового доопрацювання технологічного процесу-аналога в режимі доступу до довідникових баз даних. Система не замінює технолога, а дозволяє йому швидко і зручно оформити прийняті ним технологічні рішення, знижує рутинну частину роботи, виконує розрахунки, систематизує довідкову інформацію та забезпечує оперативний доступ до неї, зберігає прийняті технологічні рішення.

Проектування технологічного процесу розпочинається зі складання маршрутного технологічного процесу. Послідовно вноситься інформація про кожну операцію та формується маршрутний опис технологічного процесу, при цьому студент опирається на теоретичні навички, набуті ним під час вивчення дисциплін загально-технічного циклу. Рішення щодо структури маршруту, послідовності

виконання операцій, приймаються студентом та не є алгоритмом, закладеним у програмний продукт, що забезпечує творчий підхід до роботи. Після формування маршрутного технологічного процесу студент формує операційні технологічні процеси. На рівні перехід у діалоговому режимі формуються такі види переходів: основні, допоміжні, різальний, вимірювальний та допоміжний інструмент, режими різання, пристосування верстатні тощо. САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ включає в себе модуль розрахунку режимів різання, за допомогою якого формується однойменний перехід.

Цей модуль дозволяє виконувати розрахунки режимів різання для токарної, фрезерної, шліфувальної обробки, обробки отворів. Залежно від виду обробки змінюється й набір розрахункових параметрів: подача та число обертів шпинделя, що коригуються по паспорту верстата, швидкість різання, потужність різання, основний час на виконання переходу.

При розрахунку беруться до уваги тип і геометрія конструктивного елемента, що обробляється, фізико-механічні властивості матеріалу та стан поверхневого шару заготовки, жорсткість технологічної системи, паспортні дані верстата та параметри різального інструмента.

У САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ передбачена можливість нормування по неповному штучному часові. Неповний штучний час на верстану операцію знаходиться як сума часів виконання переходів цієї операції.

Вихідними даними для розрахунку неповного штучного часу є:

- вид технологічної операції;
- вид обладнання;
- потужність верстата (для токарної операції);
- матеріал заготовки;
- вид поверхні, що обробляється;
- квалітет точності поверхні, що обробляється;
- шорсткість поверхні, що обробляється;
- вид інструмента.

Частина цієї інформації міститься на кресленику деталі, а частина назначається студентом, описуючи критерії вибірки. За введеними даними система відшукує карти трудового нормування, які найбільше підходять, звужуючи тим самим межі пошуку необхідних карт. Неповний штучний час автоматично розраховується згідно з формулою, яка враховує всі поправкові коефіцієнти карти. Підсумування штучного часу на операцію відбувається автоматично.

Сформований технологічний процес студентам необхідно оформити у вигляді комплекту технологічної документації. Достатньо рутинна в умовах звичайного проектування процедура при використанні модуля формування комплекту технологічної документації виконується протягом однієї-двох хвилин. Модуль створює документацію згідно з системою СКД ДСТУ, ДСТУ ISO. Комплект технологічної документації формується у вбудованому редакторі карт, можливий їх вивід у формат MS Excel.

Тісна інтеграція САПР КОМПАС-3D та САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ дозволяє редагувати вбудовані в технологічний процес кресленики та ескізи, не виходячи з середовища програми. Під час заповнення даних операції є можливість вказати розміри оброблюваної поверхні безпосередньо з кресленика деталі та за необхідності на його основі створити ескіз обробки поверхні.

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ у своїй роботі використовує бази даних, що дає можливість зберігати всі конструкторсько-технологічні документи, які відносяться до технологічного процесу, в єдиному середовищі – сервері системи.

Використання єдиного сервера дає змогу студентам працювати за будь-яким комп'ютером у навчальній аудиторії, на якому встановлена САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, достатньо лише зайти в систему під своїм ім'ям користувача і відразу отримати доступ до своїх тривимірних моделей деталей та їх креслеників, технологічних процесів, пояснювальних записок тощо, адже всі ці документи зберігаються в єдиному архіві на сервері системи. Такий спосіб роботи системи не прив'язує студента до конкретного робочого місця.

Одержана наскрізність навчального процесу дозволяє поступово його ускладнювати, студенти розпочинають розробку тривимірних моделей більш простих деталей поступово переходячи до більш складних.

Ми вважаємо, виконуючи таке комплексне завдання, студент у процесі навчання зможе оцінити один і той же виріб з різних точок зору: як конструктор та як технолог, що значно вплине на розвиток його конструкторсько-технологічних здібностей і дозволить отримати навички комплексної оцінки властивостей виробу на різних етапах його життєвого циклу, навчає його робити свідомий вибір серед широкого спектра альтернатив і брати на себе відповідальність приймати самостійні рішення.

Все викладене вище, безумовно, має значний вплив на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час вивчення курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» та потребує застосування системного підходу до проблеми обґрунтування теоретико-методологічних основ розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів, що забезпечить розвиток їх світоглядної мотиваційної сфери та творчого потенціалу.

Системний підхід дозволяє розглядати розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів як педагогічну систему з притаманними їй властивостями, особливостями і закономірностями. На думку В.Беспалько педагогічну систему слід розглядати як певну сукупність взаємопов'язаних засобів, методів та процесів, необхідних для створення організованого й цілеспрямованого навчання [10].

Однак впровадження сучасних комп'ютерних технологій потребує розробки нових методичних та навчальних посібників, що будуть орієнтовані на розв'язання паралельно двох задач: засвоєння основного матеріалу та навчання роботі з програмними продуктами САПР. Принциповим залишається вимога аналізу та інтерпретації отриманих даних технічних об'єктів у результаті комп'ютерного моделювання.

Процес вивчення комп'ютерного моделювання та конструювання для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей може складатися з трьох стадій:

1. Змістом початкової стадії навчального процесу є розробка та оволодіння загальною схемою навчального матеріалу. Взаємозв'язок викладача та студентів зорієнтований на вивчення прийомів та способів дій при моделюванні як самостійно, так і шляхом залучення студентів до різноманітних форм навчання залежно від рівня складності задач.

2. Розвиваюча стадія передбачає засвоєння та закріплення способів діяльності, розвитку творчих здібностей студентів. Основною метою цієї стадії є оволодіння студентами конструкторсько-технологічними методами в ході групової та самостійної роботи. Увага студентів скеровується на вирішення протиріч між знанням і розвитком конструкторсько-технологічних здібностей.

3. Зміст заключної стадії – самостійна систематизація та генералізація конструкторсько-технологічних знань, умінь, перевірка та облік результатів попередніх стадій за допомогою самоконтролю, визначення прогалин у знаннях і слабких сторін у вміннях. Дидактична взаємодія самонавчання та викладання спрямована на співставлення засвоєних понять і набутих вмінь.

Сутність та зміст геометричного моделювання розкривається шляхом використання таких форм навчання, як лекція та лабораторно-практична робота, але особливе значення при розвитку конструкторсько-технологічних здібностей потрібно надавати таким методам навчання, як дискусія, евристична бесіда, розв'язання конструкторсько-технологічних задач, аналіз технічних систем, метод творчих проектів.

Реалізація можливостей сучасних САПР призводить до розширення спектра видів навчальної діяльності студентів, удосконалення існуючих і виникнення нових організаційних форм і методів навчання, розширення і поглиблення предметної галузі знань, зокрема з курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання», здійснюючи інтеграцію тем і знань з інших дисциплін.

На нашу думку, використання САПР дозволяє викладачу інтенсифікувати процеси інтелектуального розвитку і саморозвитку особистості, формувати у студентів уміння самостійно здобувати знання, а також повною мірою реалізувати такі загальнодидактичні принципи навчання, як свідоме виконання навчальних завдань, наочність доступність, послідовність тощо.

Відповідно до запропонованої технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, кожен студент може проявити свою креативність у процесі геометричного моделювання засобами САПР, яка відповідатиме його індивідуальним здібностям, а також значно їх розвиватиме.

Впровадження технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів має здійснюватися в межах особистісно-орієнтованої моделі навчання з метою забезпечення неперервного розвитку студентів, основна увага має надаватися конструюванню процесу навчання, в якому для кожного студента створюються умови для самореалізації, тобто вияву власних бажань, задоволення пізнавальних потреб, розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, збагачення емоційно-почуттєвої сфери та самоствердження в різних видах інженерної діяльності.

3.2. Експериментальна перевірка технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання

З метою підтвердження гіпотези дослідження та визначення ефективності запропонованої технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів на заняттях з предмета «Комп'ютерне конструювання та моделювання» нами було здійснено педагогічний експеримент у вищих навчальних закладах України (Вінницький національний аграрний університет, Житомирський державний технологічний університет, Житомирський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Житомирський національний агроекологічний університет, Національний університет водного господарства та природокористування).

Під час проведення експериментального дослідження передбачалося, що обґрунтування, розробка, практична реалізація груп педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів при вивченні нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, а також комп'ютерного конструювання та моделювання дозволить отримати позитивний ефект.

Проводячи експеримент, ми вирішували завдання з:

- 1) виявлення початкового рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів на основі психодіагностичного тестування та результатів розв'язування конструктивно-технічних задач;
- 2) здійснення аналізу сучасних САПР з позиції ефективного розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів;
- 3) дослідження впливу запровадження сучасних САПР на розвиток конструкторсько-технологічних здібностей у процесі графічної підготовки;
- 4) визначення та дослідження груп педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів на заняттях з «Комп'ютерного конструювання та моделювання» з використанням сучасних САПР;
- 5) перевірки ефективності технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час проведення занять з «Комп'ютерного конструювання та моделювання» з використанням сучасних САПР.

В експерименті брало участь 290 студентів (150 – у контрольних групах і 140 – в експериментальних).

Вибірка студентів здійснювалася випадковим чином (вибіркова сукупність) із загальної кількості тих (генеральної сукупності), що можуть підлягати під поширення висновків, отриманих під час наукового дослідження. Експериментальною базою стали такі вищі технічні заклади України: Вінницький національний аграрний університет, Житомирський державний технологічний університет, Житомирський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, Житомирський національний агроекологічний університет, Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне). Щоб забезпечити отримання вірогідних результатів дослідження, у цих навчальних

закладах формувалися контрольні та експериментальні групи, якісно однорідні за своїм складом і приблизно рівні за чисельністю.

Мета констатувального етапу експерименту полягала у виявленні рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів на початку вивчення курсу комп'ютерного конструювання та моделювання, що дало нам можливість скерувати навчальний процес на подальший їх ефективний розвиток із використанням сучасних САПР.

При підведенні підсумків тестування кожне завдання тестів оцінювалося балами за рейтинговою системою залежно від їх складності. Рейтингова система на рівні конкретної дисципліни допомагає об'єктивно оцінити рівень знань студентів, організувати керування навчальним процесом, здійснювати своєчасну корекцію ступеня їх підготовки. Максимальна кількість балів, яку могли набрати студенти, – 100. Враховуючи кількість і складність виконаних завдань студентами, у дослідженні прийнято за креативний рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей кількість балів, що перевищує 90, а репродуктивний – менше 60 (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Кількісні показники рівнів розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час проведення вхідного та підсумкового тестування

Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Кількість набраних балів
Репродуктивний	60 і менше
Свідомий	61–81
Продуктивний	82–89
Креативний	90 і більше

Тестове завдання та протоколи фіксації результатів вхідного тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп подано у додатках М, Н і П.

Аналіз результатів вхідного тестування, зведена форма якого відображена у табл. 3.2, показав, що на початку вивчення студентами комп'ютерного конструювання та моделювання вони мають репродуктивний рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей: 40,0 % студентів контрольних груп і 32,7 % експериментальних груп.

Таблиця 3.2

Узагальнені показники рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп на початку експерименту

Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Кількість студентів		Показник у % від кількості студентів	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
Репродуктивний	60	57	40,0	40,7
Свідомий	38	35	25,3	25,0
Продуктивний	25	23	16,7	16,4
Креативний	27	25	18,0	17,9

Свідомий рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей виявлено у 25,3 % студентів контрольних груп та 25 % – експериментальних. Продуктивний рівень становить відповідно 16,7 % та 16,4 %. Креативний рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей: контрольних груп – 18,0 %, експериментальних – 17,9 %.

Результати вхідного тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання представлено графічно (рис. 3.2).

Оскільки розбіжність показників у контрольних та експериментальних групах на початку експерименту не перевищує в середньому 2 %, то можна припустити, що дані вибірки є якісно однорідними.

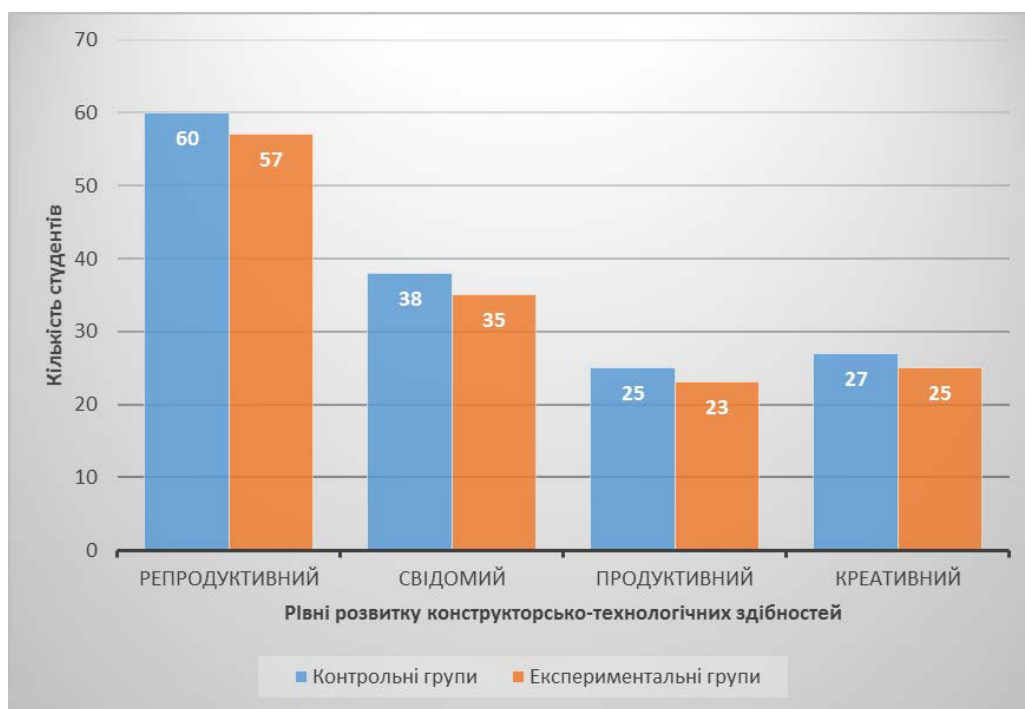


Рис. 3.2. Результати вхідного тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп на початку експерименту

Провівши аналіз експериментальних даних, отриманих на констатувальному етапі експерименту, робимо висновок, що рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів на початку вивчення комп'ютерного конструювання та моделювання є в основному низьким і середнім, тому потребує розвитку шляхом використання САПР у процесі розв'язування конструкторсько-технологічних задач.

Дещо вищий рівень розвитку технічного мислення спостерігався у студентів, які попередньо навчалися в училищах, технікумах і коледжах, оскільки вони вже були ознайомлені з основами геометричного моделювання та мали досвід роботи в САПР. Однак кількість таких студентів незначна, тому загальний рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів, що розпочали вивчати курс комп'ютерного конструювання та моделювання, залишається низьким.

Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми вбачаємо ефективне впровадження у навчальний процес сучасних САПР для розв'язування конструкторсько-технологічних задач.

У процесі проведення пошукового етапу експерименту досліджувалися та коригувалися педагогічні умови розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час вивчення комп'ютерного-конструювання та моделювання з використанням сучасних САПР, розроблялися конструкторсько-технологічні задачі, які б забезпечили якісний розвиток конструкторсько-технологічних здібностей.

Результатом констатувального та пошукового етапів експерименту стало створення необхідних умов для проведення формувального етапу експерименту, що передбачав перевірку запропонованих груп педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі роботи в САПР.

У контрольних групах заняття з комп'ютерного конструювання та моделювання проводилися за традиційною методикою: студенти самостійно виконували побудови тривимірних моделей деталей та їх кресленики використовуючи способи побудов які вони засвоїли прослухавши курс лекцій, але ці деталі неузгоджувалися між собою як складові вузла (механізму); в експериментальних – навчально-пізнавальний процес здійснювався згідно з розробленою нами технологією розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів, а саме з використанням САПР конкретного вузла згідно з технічним завданням при цьому враховувалися його функціональні особливості: конструкторська частина виконувалась у КОМПАС-3D, технологічна – в САПР ТП Вертикаль. Процес впровадження САПР у процес підготовки студентів експериментальних груп відбувався з урахуванням запропонованих груп педагогічних умов. Інших відмінностей при навчанні комп'ютерного конструювання та моделювання в контрольних та експериментальних групах зафіксовано не було.

Оцінювання результатів формувального етапу експерименту здійснювалося на основі визначення і порівняння розвитку конструкторсько-технологічних здібностей

студентів контрольних та експериментальних груп з результатами констатувального експерименту. Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей встановлювався на основі тестування. Приклад тестового завдання підсумкового контролю представлений у додатку Р. Протоколи результатів підсумкового тестування контрольних та експериментальних груп представлено у додатках С та Т.

Аналіз отриманих даних засвідчує підвищення рівня конструкторсько-технологічних здібностей як контрольних, так і експериментальних груп у порівнянні з результатами констатувального експерименту (табл. 3.3 та 3.4).

Таблиця 3.3

Порівняльні показники рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольної групи на початку та наприкінці експерименту

Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Кількість студентів		Показник у % від кількості студентів		Якісні зміни, %
	на початку експерименту	у кінці експерименту	на початку експерименту	у кінці експерименту	
Репродуктивний	60	40	40,0	26,7	-13,3
Свідомий	38	31	25,3	20,7	-4,6
Продуктивний	25	38	16,7	25,3	8,6
Креативний	27	41	18,0	27,3	9,3

Таблиця 3.4

Порівняльні показники рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів експериментальної групи на початку та наприкінці експерименту

Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Кількість студентів		Показник у % від кількості студентів		Якісні зміни, %
	на початку експерименту	у кінці експерименту	на початку експерименту	у кінці експерименту	
Репродуктивний	57	12	40,7	8,6	-32,1
Свідомий	35	32	25,0	22,9	-2,1
Продуктивний	23	38	16,4	27,1	10,7
Креативний	25	58	17,9	41,4	23,6

Результати формувального етапу експерименту можна також зобразити графічно, за допомогою гістограм (див. рис. 3.3 та 3.4).

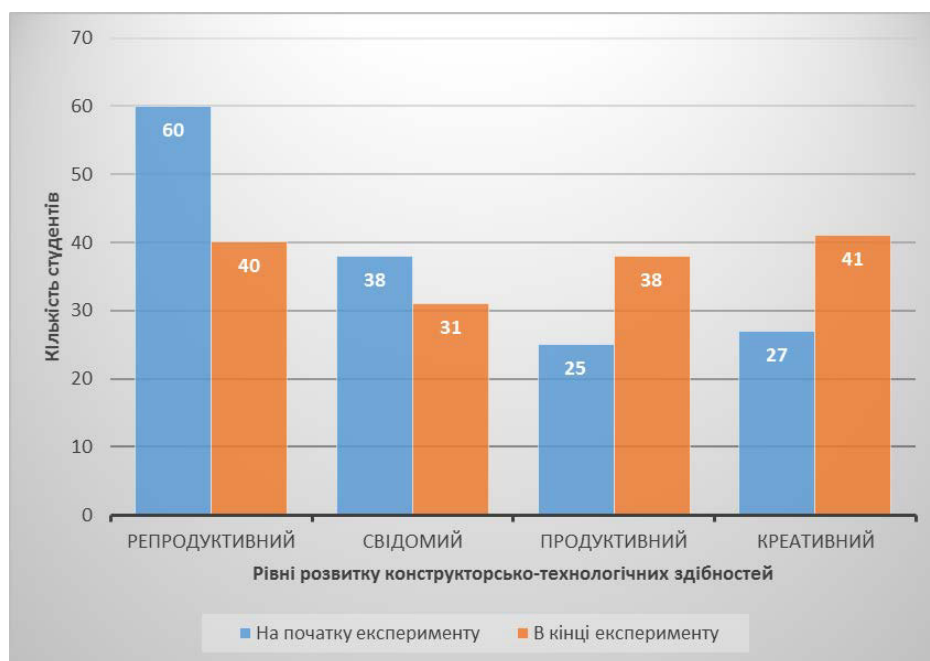


Рис. 3.3. Порівняльні результати тестування студентів контрольних груп на початку та наприкінці експерименту

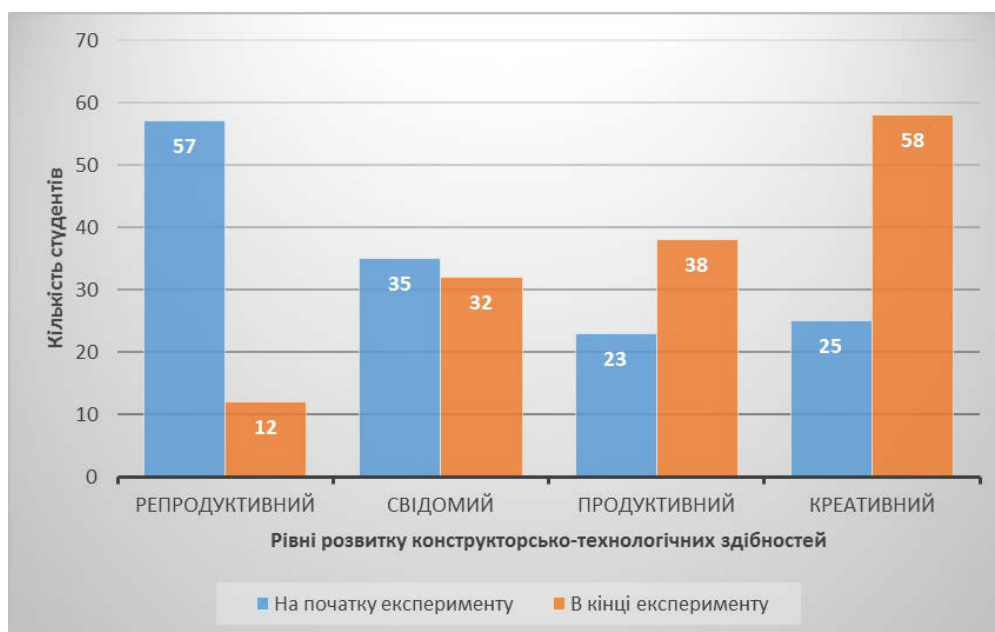


Рис. 3.4. Порівняльні результати тестування студентів експериментальних груп на початку та наприкінці експерименту

Зведені числові результати тестування студентів контрольних та експериментальних груп наприкінці експерименту показані в табл. 3.5 та на гістограмі (рис. 3.5).

Таблиця 3.5

Узагальнені показники рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп наприкінці експерименту

Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Кількість студентів		Показник у % від кількості студентів	
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
Репродуктивний	40	12	26,7	8,6
Свідомий	31	32	20,7	22,9
Продуктивний	38	38	25,3	27,1
Креативний	41	58	27,3	41,4

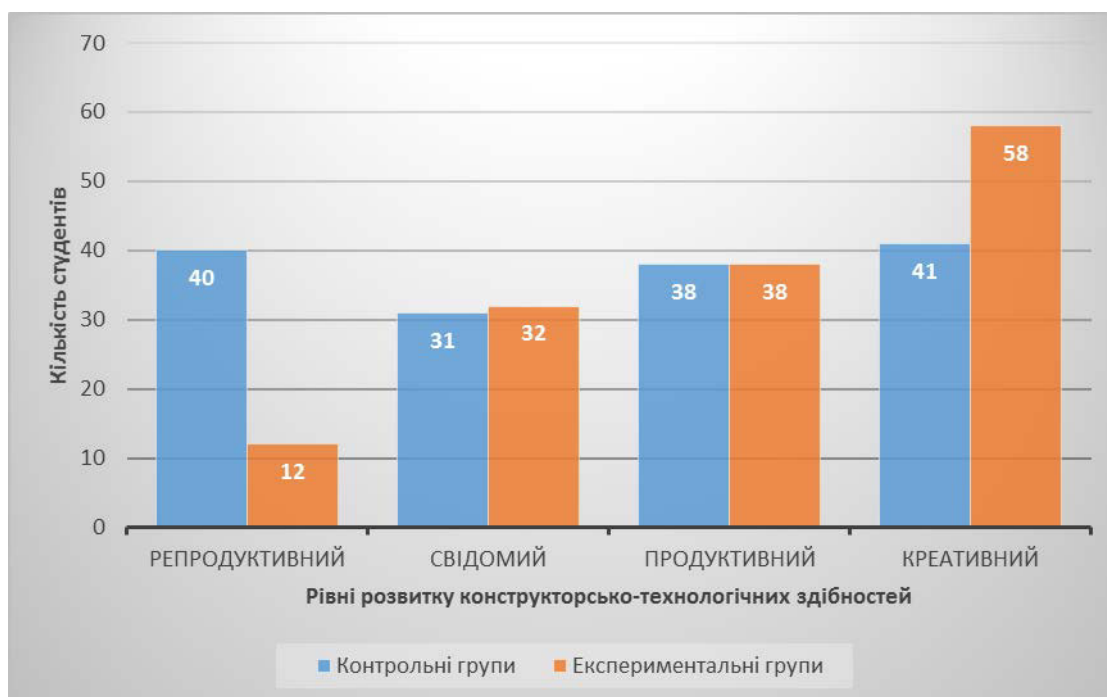


Рис. 3.5. Результати вихідного тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп наприкінці експерименту

Так, наприкінці експерименту репродуктивному рівню розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних груп відповідало 26,7 %, експериментальних – 8,6 %; свідомий рівень становив відповідно 20,7 % і 22,9 %; продуктивний рівень склав 25,3 % в контрольних, 27,1 % в експериментальних групах; креативний рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей проявлявся у 27,3 % студентів контрольних та 41,4 % – експериментальних груп.

Зведені порівняльні показники якісних змін, що відбулися у розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп протягом науково-педагогічного експерименту, наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Порівняльні показники якісних змін у розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп

Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Якісні зміни, %		
	КГ	ЕГ	Порівняльний показник
Репродуктивний	-13,3	-32,1	-18,8
Свідомий	-4,6	-2,1	-2,5
Продуктивний	8,6	10,7	2,1
Креативний	9,3	23,6	14,3
Абсолютне середнє значення	8,95	17,13	9,43

Таким чином, результати формувального етапу експерименту засвідчують вищий показник рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів експериментальних груп порівняно зі студентами контрольних груп (у середньому на 9,43 %). Тому на основі аналізу експериментальних даних можна припустити, що підвищення рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних груп (у середньому на 8,95 %) зумовлено закономірним процесом вивчення комп'ютерного конструювання та моделювання традиційними методами, а підвищення рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів експериментальних груп (у середньому на 17,13 %) відбулося завдяки впровадженню у навчальний процес сучасних САПР.

Для виявлення статистично значущих відмінностей між кількісними показниками розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних та експериментальних груп використано метод перевірки статистичних гіпотез відносно середніх величин [46].

Найбільш вагома різниця у показниках розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів зафіксована на репродуктивному рівні: -13,3 % – у контрольних групах та -32,1 % – в експериментальних. Відносно цього сформулюємо *нульову гіпотезу* (H_0): ймовірності потрапляння студентів

контрольних та експериментальних груп у категорію з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей є рівними і не залежать від того, за якою методикою вони навчалися, а тому вищий рівень розвитку студентів експериментальних груп пояснюється випадковими факторами ($H_0: x_1 = x_2$).

Альтернативна гіпотеза (H_a) протиставляється нульовій та заперечує її, тобто менша кількість студентів з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей в експериментальних групах не залежить від випадкових факторів, а є результатом впровадження в навчальний процес запропонованої технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей із застосуванням сучасних САПР ($H_a: x_1 \neq x_2$).

Оскільки обсяг вибірки є значним ($n > 20$), то для перевірки нульової та альтернативної гіпотез використано критерій t -нормального розподілу [46].

Візьмемо за рівень значущості 0,05, гарантуючи прийняття гіпотези або відмову від неї з ймовірністю помилитися лише у 5 випадках зі 100 [46].

Знаходимо середню кількість балів для усієї категорії студентів з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей контрольної та експериментальної груп (додатки С і Т):

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_1}{n_1} = \frac{2641}{40} = 66,03 ;$$

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum x_2}{n_2} = \frac{825}{12} = 68,75,$$

де x_1 та x_2 – кількість балів, отримана кожним студентом з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у контрольній та експериментальній групах; n_1 і n_2 – кількість студентів з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у контрольній та експериментальній групах.

Різниця між середніми значеннями двох вибірок, вірогідність якої потрібно довести або відкинути, становить:

$$\Delta = \bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 68,75 - 66,03 = 2,72.$$

Обчислюємо суми квадратів відхилень:

$$W_1 = \sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 = 696,98;$$

$$W_2 = \sum (x_2 - \bar{x}_2)^2 = 60,25.$$

Визначаємо об'єднану дисперсію двох вибірок за формулою:

$$\sigma_0^2 = \frac{\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 + \sum (x_2 - \bar{x}_2)^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} = \frac{W_1 + W_2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} = \frac{696,98 + 60,25}{(40 - 1) + (12 - 1)} = 15,14.$$

Середню помилку різниці двох середніх за неоднакової кількості спостережень обчислюємо за формулою:

$$\bar{m}_{1-2} = \sqrt{\sigma_0^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}} = \sqrt{15,14 \cdot \frac{40 + 12}{40 \cdot 12}} = 1,28.$$

Знаючи різницю середніх значень і середню помилку різниці двох середніх значень, обчислюємо фактичне значення t -критерію:

$$t_\phi = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1)}{\bar{m}_{1-2}} = \frac{\Delta}{\bar{m}_{1-2}} = \frac{2,72}{1,28} = 2,13.$$

Кількість ступенів свободи варіації становить:

$$v_1 = n_1 - 1 = 40 - 1 = 39;$$

$$v_2 = n_2 - 1 = 12 - 1 = 11;$$

$$v_{1-2} = (n_1 - 1) + (n_2 - 1) = 39 + 11 = 50.$$

При рівні значущості 0,05 і 50 ступенях свободи варіації теоретичне значення t -критерію становить 2,0086 [46].

Оскільки фактичне значення $t_\phi = 2,13$ більше за табличне $t_T = 2,0086$, то результати дослідження не узгоджуються з нульовою гіпотезою про те, що різниця середніх випадкова, тому нульова гіпотеза заперечується і приймається альтернативна гіпотеза. На основі цього робимо висновок, що менша кількість студентів з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей зокрема та креативний рівень розвитку в цілому в експериментальних групах не випадкові, а є результатом цілеспрямованої роботи з упровадження технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі

навчання комп'ютерного конструювання та моделювання з використанням сучасних САПР.

Таблиця 3.7

**Порівняння ефективності двох методик викладання комп'ютерного
конструювання та моделювання**

Рівень розвитку конструкторсько- технологічних здібностей	Кількість студентів з репродуктивним рівнем конструкторсько- технологічних здібностей (n_i)	Сума балів, отримана студентами з репродуктивним рівнем конструкторсько- технологічних здібностей ($\sum x_i$)	Сума квадратів балів, отримана студентами з репродуктивним рівнем конструкторсько- технологічних здібностей ($\sum x_i^2$)	Середня кількість балів, набраних студентами з низьким рівнем конструкторсько- технологічних здібностей (\bar{x}_i)	Сума квадратів відхилень ($W_i = \sum (x_i - \bar{x}_i)^2$)
КГ	40	2641	175069	66,03	696,98
ЕГ	12	825	56779	68,75	60,25

Підсумовуючи викладене вище, доведеним вважаємо той факт, що використання сучасних САПР у процесі навчання студентів комп'ютерного конструювання та моделювання є ефективним засобом розвитку їх конструкторсько-технологічних здібностей, що позитивно відображається на результатах навчальних досягнень також і з інших навчальних дисциплін. Отже, наукові дані, отримані у ході дисертаційного дослідження, підтверджуються практикою, доводять висунуту гіпотезу та ефективність запропонованої технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання із застосуванням сучасних САПР, яка може бути запроваджена в навчальний процес як професійно-технічних, так і вищих навчальних закладів.

3.3. Рекомендації щодо розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерів

На сьогоднішній день актуальною залишається проблема вивчення стану, тенденцій та перспектив розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, процесів створення та опанування нових їх видів, зміна характеру і змісту конструкторсько-технологічної праці, підвищення ролі творчих елементів тощо.

У наш час в державі та в усьому світі йде пошук нових методів педагогічного проектування інженерної освіти. Але єдиної точки зору щодо змісту, організаційних форм підготовки кадрів поки що не існує. Проектування освітнього процесу опирається, з одного боку, на нормативну основу, яка регламентується освітніми стандартами і програмами, з іншого – це творчий процес, який поряд із логікою мислення повинен мати евристичний характер, здатність бачити завтрашній день і прогнозувати нові тенденції в розвитку змісту, форм, методів і засобів навчання.

Слід визнати, що сутність науково-технічної революції не зводиться до тих або інших наукових відкриттів, технічних винаходів, напрямів наукового і технічного прогресу. Мова передусім йде про перебудову всього технічного базису, всієї технології виробництва, починаючи з використання матеріалів і технологічних процесів та закінчуючи системою машин, форм організації й керування, місця і ролі людини в процесі виробництва, що неминуче припускає злиття в цілісну систему таких важливих форм сучасної людської діяльності, як наука, використання природних ресурсів, техніка і технологія, виробництво та управління ними, конструкторська й технологічна праця.

Зважаючи на те, що Україна прагне інтегруватися в європейські спільноти, та згідно з міжнародними вимогами (*Washington Accord Graduate Attributes and Professional Competencies*, *EUR-ACE Framework Standards for Accreditation of Engineering Programmes*, *CDIO Syllabus*) до професійних та універсальних здібностей випускників вищих технічних навчальних закладів, що засвоїли освітні програми в сфері техніки та технологій, вони повинні бути підготовлені до розв'язування комплексних інженерних задач (готовність до постановки,

дослідження, аналізу комплексних інженерних проблем і проектування інженерних проблем) та до ведення самостійної професійної діяльності (виконання важливої інженерної або конструкторсько-технологічної роботи) [103].

Новою концепцією бакалаврської інженерної освіти великої кількості вишів Європейського Союзу, США, Росії та інших країн світу (Ernst-Abbe-University of Applied Sciences Jena, Jena, Germany; Hochschule Wismar, Wismar, Germany; Linnaeus University, Kalmar, Sweden; University of Liverpool, School of Engineering, Liverpool, United Kingdom; Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, United States; Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia; Shamoon College of Engineering (SCE), Ashdod & Beer-Sheva, Israel тощо) є так звана Ініціатива CDIO [210], що була розроблена в Массачусетському технологічному інституті (MIT) та містить у собі сучасний перелік вимог до результатів навчання бакалаврів технічного профілю. Ініціатива CDIO ґрунтується на вихідному положенні про те, що випускники інженерних програм повинні вміти *«Придумувати – Проектувати – Реалізовувати – Керувати»* комплексними інженерними рішеннями в сучасному інженерному середовищі, основаному на командній роботі, для створення конкурентоспроможної продукції і технічних систем. Іншими словами, випускники повинні розуміти інженерні процеси, вміти проектувати і розробляти інженерні продукти. Ініціатива CDIO може використовуватися для модернізації будь-якої інженерної програми, в тому числі й для покращення розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів.

Проблема підтримки розвитку вищої технічної освіти є глибоко соціальною і належить до пріоритетних завдань суспільного розвитку – забезпечення потреб держави в інженерно-технічних фахівцях і наукових розробках; підготовка висококваліфікованих фахівців в умовах Болонської системи, конкурентоспроможних на ринку праці, а також здатних до компетентної, відповідальної й ефективної діяльності за своєю спеціальністю, що неможлива без підвищення ролі самостійної роботи студентів, спрямованої на стимулювання їх професійного зростання та виховання їхньої творчої активності.

Освоєння в повному обсязі цього виду діяльності призводить як до поглиблення, так і закріплення навчального матеріалу, вимагає постійного одержання нових знань, розвиває творчу складову, формує практичні навички і вміння, у тому числі роботу з науковою літературою та інформаційними ресурсами [209].

У наш час в системі освіти відбувається процес відродження давно забутих поглядів на учня як на обдаровану особистість. Одна з проблем – повернути пріоритет здібностей, дати можливість реалізуватись творчим здібностям [158].

Важливою умовою формування обдарованої особистості є безперервний розвиток образно-логічного мислення як обов'язкового компонента творчих здібностей та розвинутої інтуїції. Для підтримки саме цієї сторони процесу формування особистості, на нашу думку, й необхідне застосування сучасних САПР під час вивчення креслення в загальноосвітніх навчальних закладах.

Забезпечення взаємозв'язку загальноосвітньої та спеціально-технічної підготовки потребує істотної перебудови методів і засобів навчання, організації освітнього процесу з урахуванням сучасних освітніх технологій; розробки системи лабораторно-практичних робіт, комплексних міждисциплінарних завдань, створення підручників, задачників і навчально-методичних посібників; методики викладання загальноосвітніх дисциплін на основі їх взаємозв'язку із спеціально-технічними дисциплінами, методики самостійної роботи на міждисциплінарній основі, що має комплексний характер.

Вважаємо, що для отримання висококваліфікованого інженерно-технічного фахівця потрібно розпочинати його підготовку ще із загальноосвітньої школи шляхом впровадження в навчальний процес школярів інформаційно-комп'ютерних технологій та інформаційно-комунікаційних засобів, формування міжпредметної компетентності (математика – інформатика, трудове навчання – інформатика).

Аналізуючи сучасний стан знань абітурієнтів (тільки 5% ЗОНЗ використовують САПР), які вступають до вищих технічних навчальних закладів, відзначаємо дуже низьку їх якість, зокрема складової частини математики –

геометрії, що спричинено відсутністю у більшості шкіл такого предмета, як креслення (або вивчення його як факультативу).

Таким чином, невикористання спеціального програмного забезпечення під час вивчення математики, інформатики, трудового навчання (технологій), а також відсутність у переважній більшості загальноосвітніх шкіл предмета креслення значно знижує рівень технічних знань учнів (майбутніх студентів вищих технічних закладів).

Слід зазначити, що якість технічних знань студентів 1-го курсу, набутих під час навчання у загальноосвітній школі насамперед має значний вплив на розвиток технічного мислення, просторової уяви у процесі вивчення ними курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», який є першим етапом засвоєння основ геометричного моделювання, а знання конструкторської документації дозволять, при вивченні технічного креслення у ВТНЗ, більше часу приділяти на роботу зі специфічними, вузько професіональними кресленниками, що значною мірою інтенсифікує розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів.

Саме тому перспективним напрямом щодо розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх бакалаврів з інженерної механіки є ***широке впровадження в навчальний процес інформаційно-комунікаційних технологій***, починаючи від загальної освіти та закінчуючи вищою технічною.

Розглядаючи викладені вище аспекти, нами було розроблено навчально-методичний посібник «Науково-експериментальна робота в освітньому закладі», який містить рекомендації щодо формування інформаційно-комунікаційної, міжпредметної та предметно-технологічної компетентностей; впровадження комп'ютерної графіки в освітніх галузях «Математика», «Технології» [150]. Дані рекомендації призначені викладачам ЗОНЗ для застосування в процесі навчання геометрії, креслення, трудового навчання, передбачають використання спеціальних графічних програм і можуть використовуватися викладачами графічних дисциплін вищого навчального закладу.

Навчально-методичний посібник побудовано згідно з «Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти» [132], у якому зазначено, що

формування інформаційно-комунікаційної, міжпредметної та предметно-технологічної компетентностей підпорядковується реалізації загальних завдань освітніх галузей «Математика» і «Технології», яка здійснюється на всіх ступенях школи.

Таким чином, організація базової графічної підготовки в ЗОНЗ дасть змогу отримати її більш високий рівень під час навчання у ВТНЗ, що, у свою чергу, активізує розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів під час вивчення курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання».

Існують різні форми використання інформаційно-комунікаційних технологій при підготовці майбутніх інженерно-технічних фахівців у ВТНЗ. Застосування електронних продуктів дозволяє зробити роботу викладача та студента більш ефективною, підвищує якість навчання дисциплін; відобразити істотні сторони організації та управління процесом конструювання та виготовлення деталей машин тощо. Застосування інтернет-ресурсів має величезний потенціал в сфері освітніх послуг (електронна пошта, пошукові системи, відеоконференції) і є частиною сучасного освітнього процесу. Добуваючи в мережі необхідну навчальну інформацію, студенти набувають навички: виокремлювати необхідну інформацію і систематизувати її за даними параметрами; сприймати інформацію в цілому, а не фрагментами, виділяти головне в тексті.

Відповідно до Положення «Про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах», самостійна робота студента є основним засобом засвоєння ним навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять [128]. Тому для вдосконалення самостійної роботи важливо не тільки отримувати і висловлювати нові знання, необхідно застосовувати ці знання для реалізації поставлених завдань. Для організації самостійної роботи студентів поряд з традиційними (технічними та нетехнічними) служать також комп'ютерні технології. Інтернет є джерелом різної інформації, сприяє розширенню інформаційного простору. Він надає можливість самоосвіти та отримання нової інформації, а також швидкого і ефективного обміну інформацією між колегами, друзями за допомогою електронної пошти та соціальних мереж.

Зважаючи на сучасний стан виробництва, а саме впровадження новітніх САПР у всі його ланки, професійну підготовку студентів можна проводити не тільки під час проходження ними виробничої практики, а й в процесі самостійної підготовки. Таку підготовку можна побудувати на основі тих виробничих задач, які виконуються безпосередньо на виробництві за допомогою спеціально налаштованих САПР, що враховують його специфіку. Так, наприклад, студенти розробляють технологічний процес виготовлення деталі, а потім порівнюють його із діючим на виробництві. Таким чином відбувається активізація їх конструкторсько-технологічних здібностей, адже вони можуть не тільки помилитися, але й, навпаки, вдосконали технологічний процес.

Стосовно конструкторсько-технологічних здібностей *самостійний розвиток* студентів можна визначити так: це управління навчально-пізнавальною та конструкторсько-технологічною діяльністю в сфері сучасної інженерної підготовки, спрямованою на особистий розвиток та вдосконалення відповідно до свідомо поставлених цілей, ідеалів та переконань, що склалися.

Самостійна робота є одним із найважливіших компонентів освітнього процесу, що передбачає інтеграцію різних видів індивідуальної та колективної навчальної діяльності, яка здійснюється як під час аудиторних, позааудиторних занять без участі викладача, а також під його безпосереднім керівництвом. У контексті сучасної системи навчання самостійна робота домінує серед інших видів навчальної діяльності студентів після практичної підготовки (може становити від 15 до 55% навчального програмового матеріалу) та дозволяє розглядати накопичувані знання як об'єкт власної діяльності студента [165].

Реалізація самостійної роботи студентів у вищому технічному навчальному закладі передбачає поетапне засвоєння нового матеріалу, повторення та закріплення, його застосування на практиці. Ефективність самостійної роботи залежить від її організації, змісту, взаємозв'язку та характеру завдань.

З одного боку, самостійна робота розглядається як педагогічний засіб організації та управління самостійною діяльністю студента в навчальному процесі, з іншого боку – це особлива форма навчально-наукової діяльності.

Для того щоб самостійна робота студентів набула покладеного на неї статусу у вищих технічних навчальних закладах, а також сприяла розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, вона повинна бути грамотно спланована й індивідуалізована. Очевидно, що цей вид діяльності потребує розробки певних форм і впровадження різних методів, адекватних поставленим цілям. Безумовним є і виділення конкретного часу та приміщення, задовільна (краще відмінна) забезпеченість технічними засобами. Типові та робочі програми дисциплін потребують постійного вдосконалення. У них слід було б оптимізувати різні форми освітньої діяльності: від участі викладачів (читання лекцій, проведення практичних занять і лабораторних робіт) до самостійної роботи, навчання з використанням різноманітних засобів, що допомагають керувати самоосвітою (наприклад, дистанційне навчання). До речі, в країнах Європи та США частка самостійної роботи студентів майже в три рази перевищує традиційні форми організації навчання [191].

Посилення ролі самостійної роботи продиктоване сучасним педагогічним менеджментом. Необхідність розширювати сфери і тимчасові витрати на самоосвіту обумовлює розробку та впровадження відповідної методичної підтримки. Значення методичного змісту самостійної роботи студентів повинне зводитися до рішення конкретних, практичних проблем, з використанням інструментарію з різних сфер знань [121].

Як зазначає Т. Чиркова [197] – самостійна робота і творча діяльність студентів стають не лише засобом, а й метою навчального процесу. Особливої актуальності в цілісній системі вищої освіти набуває проблема організації самостійної роботи студентів. Все більшої ваги набирає необхідність організації та контролю цієї діяльності, методичного забезпечення, а також визначення ролі викладача в цьому процесі. Педагоги постійно шукають ефективні види організаційно-методичної діяльності, які б сприяли досягненню мети у підготовці фахівців. Організація самостійної роботи студентів потребує методичного і матеріального забезпечення. Не слід недооцінювати роль викладача. Адже не всі студенти можуть сконцентрувати свою увагу на заняттях, не вміють працювати самостійно, вибирати

з великої кількості матеріалу необхідні знання, групувати і узагальнювати їх. Індивідуальний підхід до них з боку викладачів потребує систематичної роботи.

Більшість науковців під самостійною роботою розуміють творчу діяльність студента під керівництвом викладача. Викладач і студент активно взаємодіють. Але для розвитку конструкторсько-технологічних здібностей цього замало.

На нашу думку бажання студента отримати глибокі та фундаментальні спеціальні знання слід всіляко підтримувати та заохочувати, щоб виробити в ньому схильність до творчої самостійної роботи, до самостійного мислення, творчого оволодіння найновішими досягненнями науки і техніки, постійного оновлення особистого запасу знань.

У своїй роботі І. Малкін [99] класифікує самостійну роботу за типом пізнавальної діяльності та виділяє такі її види:

1. Роботи репродуктивного типу: а) відтворювальні; б) тренувальні; в) оглядові; г) перевірочні.
2. Роботи пізнавально-пошукового типу: а) підготовчі; б) констатуючі; в) експериментально-пошукові; г) логічно-пошукові.
3. Роботи творчого типу: а) художньо-образні; б) науково-творчі; в) конструктивно-творчі.
4. Роботи пізнавально-практичного типу: а) навчально-практичні; б) суспільно-практичні.

Основна відмінність самостійної роботи від інших форм навчання полягає у тому, що вона передбачає здібність студента самому організовувати свою діяльність відповідно до поставленої задачі або задачі, що виникла [166]. Самостійна робота студентів, на відміну від інших форм організації навчання, дозволяє повернути процес, так би мовити, в зворотньому напрямку – не від знання до практики, а від практики до знання. Це не суперечить процесу навчання, а лише розширює його можливості. Самостійна робота над лабораторною роботою змушує студента детальніше та глибше розібратися у конкретній проблемі, що виникла, тобто застосувати власні міркування.

В умовах розвитку інформаційно-комунікаційних технологій актуалізуються проблеми формування високого рівня освіченості та підвищення рівня пізнавальної активності студентів. Це вимагає пошуку нових форм та методів навчально-пізнавальної діяльності та впровадження ефективних засобів навчання, які сприятимуть стимулюванню пізнавального інтересу студентів та активізації процесу формування та розвитку конструкторсько-технологічних знань, вмінь і навичок студентів.

У педагогічній діяльності серед інформаційних технологій особливе місце посідають мультимедійні, які активно використовуються у вищій освіті багатьох країн світу [217, 216] та дозволяють не тільки покращити навчально-пізнавальний процес, але й підвищити рівень інформаційної культури студентів. Упровадження та використання мультимедіа зумовлює зміну змісту, форм і методів організації навчання студентів. Ефективність їх застосування залежить від навчальних умов, організації навчальної діяльності, які дозволяють досягти такої організації взаємодії викладача та студентів, яка б сприяла формуванню і розвитку конструкторсько-технологічних здібностей останніх.

Методи навчання мають тісний зв'язок із характером подання та сприйняття інформації як для студента, так і для викладача. Використання мультимедійних технологій суттєво впливає на характер подачі інформації і, відповідно, на методи навчання.

При використанні інтерактивних мультимедійних технологій у процесі навчання частка засвоєного матеріалу може скласти до 75 %. Цілком можливо, що це явно оптимістична оцінка, але про підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу, коли в процес сприйняття залучаються зорова та слухова складові, було відомо ще задовго до появи комп'ютера. Мультимедійні технології перетворили навчальну наочність зі статичної в динамічну, тобто з'явилася можливість відслідковувати в часі процеси, що вивчаються. Раніше такою можливістю володіло лише навчально-освітнє телебачення, але у нього був відсутній аспект, пов'язаний з інтерактивністю. Моделювати процеси, що розвиваються в часі, інтерактивно змінювати параметри цих процесів – дуже

важлива перевага мультимедійних навчальних систем. Враховуючи те, що демонстрацію деяких навчальних задач неможливо провести в аудиторії, використання засобів web та мультимедіа є доцільними в наш час.

Сьогодні цілком можливо відстежити деякі тенденції, які починають проявлятися в сфері розвитку web-технологій та мультимедіа. Насамперед це пов'язано з виникненням так званого «інтерактивного середовища навчання» та «віртуального навчального простору», які будуються на системі «студент – посередник – викладач», де посередником виступають сучасні засоби інформаційних технологій. З'являються такі нові форми організації навчальної інформації, які, перш за все, характеризуються нелінійним структуруванням навчального матеріалу, що дозволяє студентові вибирати «індивідуальну траєкторію навчання», а викладачеві – ефективно організовувати навчальний процес.

Аналізуючи викладене вище, ми вважаємо за доцільне проводити лекційні та практичні (лабораторні) заняття з використанням сучасних мультимедійних засобів та мережі Інтернет.

Мультимедійні лекції дозволяють наочно і цікаво донести матеріал до студентів, активізувати роботу студентів на лекції. Особливість використання інтернет-технологій і засобів мультимедіа при читанні лекційних курсів та проведенні практичних (лабораторних) занять полягає в тому, що на сайті (особистому блозі, сайті кафедри, сторінці предмета) лектор поміщає короткий конспект лекцій, який студент може роздрукувати і використовувати безпосередньо під час лекції. Для лекційного і практичного (лабораторного) заняття створюється спеціальна сторінка, яка містить демонстраційний матеріал у форматі презентації, відео і додатковий матеріал у вигляді посилань на сайти і наукові публікації з певної тематики. Лекційний матеріал розміщується за блочно-модульним принципом у вигляді окремих елементів або файлів, що утворюють логіко-ієрархічну структуру для організації відповідного пошукового апарата, що дозволяє студентам достатньо легко диференціювати розділи і теми. Перелік використаної літератури має зовнішні гіпертекстові зв'язки як з бібліографічними покажчиками бібліотек або інформаційних центрів, що володіють цими матеріалами, так і до повних текстів.

Підготовлений лектором навчальний матеріал надає можливість студентам працювати в інтерактивному режимі та в режимі оперативного вибору окремих фрагментів і наступного копіювання.

Основний принцип роботи в інтерактивному режимі максимально повна, глибока проробка матеріалу, організація необхідної кількості внутрішніх і зовнішніх зв'язків, зручний інтерфейс, що дозволить студентам найбільш ефективно використовувати навчальний матеріал.

Таким чином, хочеться підкреслити, що ефективне впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освітній процес забезпечує перехід до зовсім нового рівня педагогічної діяльності, збільшує її дидактичні, методичні, інформаційні, технологічні можливості. Це сприятиме більш якісній підготовці майбутніх інженерно-технічних фахівців та вдосконаленню педагогічної майстерності викладачів.

Розробка нових комп'ютерних технологій пропонує людству абсолютно новий рівень спілкування. Сучасні досягнення в новітніх технологіях передачі інформації, враховуючи винаходи нового покоління в галузі мультимедійних технологій, розкривають широкі можливості в пошуку, обробці та передачі інформації майже в будь-яку точку світу. Безсумнівно, що в осяжному майбутньому комп'ютерні технології стануть одним з головних засобів спілкування між людьми.

Процес розвитку конструкторсько-технологічних здібностей можна інтенсифікувати шляхом впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів сучасних САПР під час навчання технологій (креслення), а також активізації самостійної роботи студентів під час навчання комп'ютерному конструюванню та моделюванню з використанням сучасних мультимедіа, мережі Інтернет.

Уміння творчо використовувати набуті знання допомагає людині виконувати суспільні й професійні функції, швидко адаптуватися до нових умов, сприяє легкому переходу від одного виду діяльності до іншого. В умовах прискореного науково-технічного прогресу це вміння стає одним із основних показників розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, тому що сучасне виробництво відчуває

потребу вже не стільки в простих навичках розумової праці людини, скільки в її здібності самостійно розвиватися.

Висновки до третього розділу

За результатами проведеного дослідження розроблено методику впровадження технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання засобами САПР.

Запропонована методика дозволить: підвищити рівень освіти студентів за рахунок комплексного підходу при розв'язуванні як конструкторських, так і технологічних задач із залученням раніше набутих знань; зберегти отримані студентами знання на більш довгий період шляхом формування у них асоціативно-рефлекторних зв'язків; розширити коло конструкторсько-технологічних задач, що будуть розв'язуватися із використанням САПР та збереженням методів нарисної геометрії; виявити та розвинути творчий потенціал студентів під час розв'язування задач конструкторсько-технологічного циклу.

Аналіз результатів констатувального етапу експерименту засвідчив недостатній рівень сформованості у студентів потреб і мотивів, а також знань, умінь і навичок та підтвердили нагальну потребу в розробці й впровадженні технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.

Порівняльний аналіз результатів експериментальної роботи показав, що розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання забезпечується умовами, визначеними в дисертаційній роботі. Свідченням цього є відмінність в результатах тестування, проведеного в експериментальних та контрольних групах, що дає підстави для впровадження запропонованих нами засобів розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх студентів на заняттях з комп'ютерного конструювання та моделювання.

Надано рекомендації щодо інтенсифікації розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ шляхом: впровадження в освітній процес ЗОНЗ сучасних САПР, що підвищить рівень середньої освіти та скоротить часовий інтервал у вивченні геометричного моделювання між ЗОНЗ та ВТНЗ; проведення лекційних, практичних та лабораторних занять з використанням сучасних інформаційно-комп'ютерних технологій; активізації самостійної роботи студентів під час навчання комп'ютерному конструюванню та моделюванню з використанням сучасних мультимедіа та мережі Інтернет, що забезпечить розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання.

Матеріали третього розділу подано в кількох публікаціях автора [214, 43, 147, 141, 142, 155].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі висвітлено узагальнення теоретичних і практичних досліджень і запропоновано нові підходи вирішення проблеми розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у ВТНЗ шляхом впровадження технології їх розвитку. Результати проведеного дослідження дали підстави зробити такі висновки:

1. На основі ґрунтовного аналізу наукової літератури визначено і досліджено теоретичні основи розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, виокремлено низку недоліків, що негативно впливають на їх розвиток: низький рівень геометричних знань студентів; недостатня сформованість графічних знань через відсутність графічної підготовки в ЗОНЗ України; традиційна методика графічної підготовки студентів у ВТНЗ недостатньо забезпечує її зв'язок із сучасними вимогами інформаційного виробництва та суспільства в цілому.

Уточнено сутність поняття «конструкторсько-технологічні здібності» – це взаємозв'язок пізнавальної та професійної активності, фактор, що знижує психічну напруженість і підвищує емоційну стійкість та є регулятором і механізмом послідовного перетворення навчальної діяльності студента у професійну діяльність фахівця, результат психолого-педагогічної підготовки як найважливіша умова її ефективності. Провідною категорією дослідження визначено «розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів» як систему професійних знань, організаційних, технологічних, проектувально-конструкторських, управлінських, соціально-комунікативних умінь і навичок та професійно важливих якостей, що забезпечують їх успішну реалізацію у професійній діяльності.

У ході проведеного аналізу викладання геометричного моделювання нами було визначено, що такий предмет, як правило, викладають лише в рамках освітньо-кваліфікаційного напрямку «Комп'ютерні науки». Це є підтвердженням того, що проблему навчання геометричного моделювання студентів напрямку підготовки «Інженерна механіка» недостатньо вивчено.

Доведено, що постійний розвиток САПР, удосконалення методів виготовлення деталей, розробка нових технологій їх виробництва має постійний вплив на структуру конструкторсько-технологічних здібностей, а це, у свою чергу, вказує на те, що кожен сучасний фахівець будь-якої галузі машинобудівного виробництва повинен володіти значними конструкторсько-технологічними здібностями (а не тільки вузько направленними конструкторськими або технологічними), в основі яких мають бути знання сучасних автоматизованих систем конструювання та геометричного моделювання.

Проведений аналіз стану розвитку сучасних САПР дає змогу рекомендувати: 1) серед розповсюджених у нашій країні систем тривимірного геометричного моделювання з навчальною метою використовувати КОМПАС-3D як найлегшу в керуванні, таку, що відповідає стандартам СКД ДСТУ, ДСТУ ISO та має велику продуктивність; 2) застосовувати спеціальні програмні пакети, зокрема САПР ТП Вертикаль, тільки на завершальній стадії розвитку конструкторсько-технологічних здібностей і тільки після прослуховування студентами дисциплін загальнотехнічного циклу.

2. Охарактеризовано зміст конструкторсько-технологічних здібностей майбутнього інженерно-технічного фахівця, який включає в себе основи технічних, технологічних, економічних та інших наук, що поширюють свої закони, закономірності й принципи на окремі та суміжні сфери матеріального виробництва, а також на зміст виробничого процесу. Інженерно-технічний фахівець – це не тільки фахівець, діяльність якого спрямовано на створення штучних, тобто неіснуючих раніше в природі конкурентоспроможних об'єктів із використанням технічних засобів і наукових досліджень, необхідних для задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства, а й фахівець, здатний проводити моніторинг ринкових тенденцій, створювати і проводити експертизу продукції з урахуванням споживчих переваг, розробляти стратегічні цілі і тактичні завдання виробничо-ринкової діяльності відповідно до розвитку техніки, технології і науки.

Визначено структуру конструкторсько-технологічних здібностей майбутнього інженерно-технічного фахівця, до складу яких входять: загальні, конструкторські,

технологічні та спеціальні здібності, що дало змогу побудувати логіку розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, яка включає: індивідуальні особливості й рівень підготовки студентів, а також професійно-методичну діяльність викладача, у процесі якої він використовує взаємозв'язок між набутими раніше студентами знаннями загально технічного характеру та вивченням геометричного моделювання.

3. Виділено та охарактеризовано основні компоненти розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, а саме: 1) структурні: мотиваційно-ціннісний (впливає на формування професійної культури інженера, адже мотив є спонукальною причиною будь-якої дії); когнітивний (включає всі психічні процеси особистості та пов'язаний із пізнанням оточення і самого себе); діяльнісний (впливає на організацію практичної навчально-пізнавальної діяльності студентів з опанування змісту конструкторсько-технологічної освіти); рефлексивно-оціночний (забезпечує здатність проводити самоаналіз професійних досягнень та оцінювати отримані результати, володіти прийомами виявлення динаміки змін і тенденцій, намічати перспективи власного професійного росту); 2) функціональні: пізнавальний (формування певного обсягу знань, які у подальшому будуть умовою здійснення відповідних, правильних професійних дій); нормативний (уміння користуватись стандартами СКД ДСТУ, ДСТУ ISO); рефлексивний (свідомий контроль результатів своєї діяльності та рівень власного розвитку, особистісних досягнень).

Відповідно до структури розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання визначено критерії та показники: мотиваційно-ціннісний (усвідомлення сенсу конструкторсько-технологічних здібностей), когнітивний (застосування інженерних знань у розв'язанні професійних задач, аргументоване висунення власних думок у вирішенні комунікативно-виробничих ситуацій), діяльнісний (здійснення конструкторської та технологічної діяльності), рефлексивно-оціночний (проведення

аналізу та контролю результатів своєї діяльності). Показники цих критеріїв покладені в основу характеристики чотирьох рівнів сформованості конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання: репродуктивний (характеризується недостатньою сформованістю більшості компонентів професійної культури), свідомий (проявляється в умінні формулювати навчальні цілі, усвідомлювати бажаний результат і обирати систему та послідовність дій), продуктивний (характеризується опануванням студентами стратегією формування необхідної системи знань, умінь та навичок, розширенням їх кола знань, розумінням зв'язків між різними предметами технічного напрямку), креативний (передбачає чітке уявлення про сформованість свого індивідуального стилю діяльності та характеризується професійною спрямованістю, усвідомленим, позитивним ставленням до професійної діяльності).

4. Розроблено й обґрунтовано технологію розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання, яка потребує «наскрізного» вивчення графічних і загальноінженерних дисциплін на всіх етапах навчання. Ця технологія включає в себе такі групи педагогічних умов: змістову (зміст конструкторсько-технологічної освіти); організаційну (способи організації навчальної діяльності: форми, види та засоби); особистісну (особистісні якості суб'єктів навчального процесу).

Запропонована технологія розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у ВТНЗ дозволить: а) підвищити рівень освіти студентів за рахунок комплексного підходу при розв'язуванні як конструкторських, так і технологічних задач із залученням раніше набутих знань; б) зберегти отримані студентами знання на довший період шляхом формування у них асоціативно-рефлекторних зв'язків; в) розширити коло конструкторсько-технологічних задач, які будуть розв'язувати із використанням САПР та збереженням методів нарисної геометрії; г) виявити та розвинути творчий потенціал студентів під час розв'язування задач конструкторсько-технологічного циклу.

5. Впроваджено та експериментально перевірено ефективність технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання відповідно до визначених показників, критеріїв та рівнів сформованості.

У ході контрольного етапу експерименту констатовано позитивну динаміку у відсотковому розподілі студентів експериментальної групи за рівнями сформованості конструкторсько-технологічних здібностей, відчутно зменшилася кількість студентів репродуктивного (-32,1 %) та свідомого (-2,1 %) рівнів і зросла кількість студентів креативного рівня, а саме на 23,6 %. Водночас відповідні показники в контрольній групі підвищилися несуттєво.

За допомогою методу перевірки статистичних гіпотез відносно середніх величин і визначення t-критерію Стюдента підтверджено ефективність запропонованої технології на основі розробленої моделі розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання.

Кількісні показники, отримані під час експериментальної перевірки у контрольних і експериментальних групах, підтверджують ефективність технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей і доцільність впровадження результатів дослідження у педагогічну практику вищих технічних навчальних закладів.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання. Подальшого дослідження потребує проблема графічної, проектно-конструкторської, технологічної, дослідницької та організаторської підготовки виробу в один цикл за допомогою «електронних макетів виробу».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров Г.Н. Теоретические основы решения проблемы преемственности формирования учебной деятельности в системе «школа-вуз» / Г.Н. Александров // Вопросы преемственности воспитания и формирования учебной деятельности в системе «школа-вуз». – Орджоникидзе, 1984. – С. 10–25.
2. Андрюшина Т.В. Психологические условия развития пространственного мышления личности в графической деятельности / Т.В. Андрюшина. – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2000. – 148 с.
3. Атлягузова Е.И. Формирование базовых компетенций студентов технического профиля : на примере изучения курса «Основы систем автоматизированного проектирования» : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Е.И. Атлягузова. – Тольятти, 2011. – 272 с.
4. Ахтямова С.С. Содержание и структура специальной компьютерной подготовки инженеров-технологов : на примере специальности «Технология переработки пластических масс и эластомеров» : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / С.С. Ахтямова. – Казань, 2003. – 185 с.
5. Бакалова В.М. Алгоритм моделювання тривимірних об'єктів при викладанні курсу «Комп'ютерна графіка» / В.М. Бакалова, О.О. Баскова // Міжвузівський збірник «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». – Луцьк : Видавництво ЛНТУ. – Вип. 6. – 2011. – С. 22–23.
6. Батышев С.Я. Подготовка рабочих в средних профессионально-технических училищах / С.Я. Батышев. – М. : Педагогика, 1988. – 176 с.
7. Батышев С.Я. Профессиональная педагогика : учеб. для студентов, обучающихся по пед. спец. и направлениям / С.Я. Батышев. – М. : Ассоц. «Проф. образование», 1997. – 512 с.

8. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика / В.С. Безрукова. – Екатеринбург : Деловая книга, 1996. – 344 с.
9. Беркинблит М.Б. Фантазия и реальность / М.Б. Беркинблит, А.В. Петровский. – М. : Политиздат, 1968. – 128 с.
10. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения [Текст] / В.П. Беспалько. – М. : Издательство ИПО МО России, 1995. – 336 с.
11. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Беспалько. – М. : «Педагогика», 1988. – 190 с.
12. Білосевич І.А. Структурне обґрунтування та розвиток технічного мислення у майбутніх учителів технологій [Електронний ресурс] / І.А. Білосевич. – Режим доступу : <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/419/1/Bilosevuch.pdf>
13. Болдин А.Н. Основы автоматизированного проектирования : учебное пособие / А.Н. Болдин, А.Н. Задиранов. – М. : МГИУ, 2006. – 104 с.
14. Бородавка Є.В. Класифікація архітектурно-будівельних САПР / Є.В. Бородавка // Управління розвитком складних систем. – 2011. – Вип. 7. – С. 112–117.
15. Боумен У. Графическое представление информации / У. Боумен ; пер. с англ. А.М. Пашутина ; под ред. В.Ф. Венда. – М. : Мир, 1971. – 225 с.
16. Булах І.С. Психологічні аспекти міжособистісної взаємодії викладачів і студентів : навчально-методичний посібник / І.С. Булах, Л.В. Долинська. – К. : НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2002. – 114 с.
17. Буянов П.Г. Формування графічної культури у майбутніх учителів трудового навчання України та Російської Федерації (порівняльний аналіз) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Павло Георгійович Буянов ; Бердян. держ. пед. ун-т. – Бердянськ, 2007. – 309 с.
18. Ванін В.В. Теоретичні основи геометричного моделювання в машинобудівних САПР із прикладами в КОМПАС-3D : навч. посіб. / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 140 с.

19. Варламова Л.Ф. Развитие пространственного воображения будущих инженеров в учебном процессе: на примере изучения графических дисциплин : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Л.Ф. Варламова. – Якутск, 2010. – 156 с.
20. Васенко В.В. Дидактичні основи навчання графічної грамоти учнів початкової школи : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / В.В. Васенко ; Переяслав-Хмельницький держ. педагогічний ун-т ім. Григорія Сковороди. – Переяслав-Хмельницький, 2002. – 205 с.
21. Веселовська Г.В. Комп'ютерна графіка : навч. посіб. для вузів / Г.В. Веселовська. – Херсон : ОЛДІ-плюс, 2004. – 582 с.
22. Взятых В.Ф. Инженерное образование и современный специалист / В.Ф. Взятых, Б.А. Делекторский и др. // Вестник высшей школы. – 1987. – № 6. – С. 7–19.
23. Википедия [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ru.wikipedia.org>
24. Виноградова Г.В. Оптимизация процесса профессионального обучения: На примере изучения системы автоматизированного проектирования : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Г.В. Виноградова. – М., 2000. – 135 с.
25. Винославська О.В. Психологія : навчальний посібник / О.В. Винославська, О.А. Бреусенко-Кузнєцов, В.Л. Зливков та ін. – К. : ІНК ОС, 2005. – 352 с.
26. Виходець В.В. Шляхи підвищення фахової підготовки майбутніх інженерів з графічних дисциплін / В.В. Виходець, Г.А. Матвєєва, Б.П. Качмар // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України, 2007. – Вип. 17.2. – С. 327–329.
27. Вишпольська В.Ф. Зміст та структура професійної компетентності фахівця з міжнародних економічних відносин [Електронний ресурс] / В.Ф. Вишпольська. – Режим доступу : http://web.znu.edu.ua/herald/issues/2008/ped_2008_1/2008-26-06/vyshpolska.pdf
28. Вища освіта в Японії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.euroosvita.net/prog/print.php/prog/print.php?id=1783&univ=dtu.dk>

29. Вітюк О.В. Розвиток образного мислення учнів при вивченні стереометрії з використанням комп'ютера : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / О.В. Вітюк ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2001. – 211 с.
30. Выготский Л.С. Педагогическая психология / Л.С. Выготский. – М. : АСТ, 2005. – 670 с.
31. Габрусев В. Комп'ютерна графіка / В. Габрусев, Н. Вовковінська. – К. : Видавництво «Шкільний світ», 2008. – 112 с.
32. Гаврищак Г.Р. Дидактичні умови реалізації індивідуального підходу до учнів у процесі вивчення креслення в загальноосвітній школі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Галина Романівна Гаврищак ; Тернопільський держ. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. – Тернопіль, 2004. – 247 с.
33. Гаряева А.М. Основные научные подходы и классификации к внедрению инновационных технологий в высшей школе / А.М. Гаряева, А.В. Курганская // Сучасні педагогічні технології в освіті: збір. наук.-метод. праць / за ред. О.Г. Романовського, Ю.І. Панфілова. – Харків : НТУ «ХП», 2012. – 224 с.
34. Гедзик А.М. Дидактичні основи структури та змісту креслення в загальноосвітній школі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / А.М. Гедзик ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2006. – 198 с.
35. Глинский Б.А. Моделирование как метод научного исследования (Гносеологический анализ) / Б.А. Глинский и др. – М. : Изд-во МГУ, 1965.
36. Голівер Н.О. Дидактичні умови використання комп'ютерних технологій у процесі навчання студентів вищих технічних навчальних закладів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 / Надія Олексіївна Голівер. – Кривий Ріг, 2005. – 172 с.
37. Голівер Н.О. Інформаційні технології в навчанні: дидактичні проблеми, методичні рекомендації з використання / Н.О. Голівер. – Кривий Ріг : Мінерал, 2001. – 22 с.
38. Голіяд І.С. Комп'ютерні засоби й технології у вивченні графічних дисциплін [Електронний ресурс] / І.С. Голіяд. – Режим доступу : www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum1...3/.../ped_2009_03_24_Goliyad.pdf

39. Голованов Н.Н. Геометрическое моделирование : учебник для учреждений высш. проф. образования / Н.Н. Голованов. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.
40. Головня В.Д. Аналіз впливу графічної підготовки на формування конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців / В.Д. Головня // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 39 : збірник наукових праць / за ред. Д.Е. Кільдерова. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013. – С. 33–36.
41. Головня В.Д. Вплив графічної підготовки на формування конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців / В.Д. Головня // Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки (15–17 травня 2013 р.) : у 2-х т. – Т. 2. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – С. 374–375.
42. Головня В.Д. Етапи розвитку геометричного моделювання / В.Д. Головня // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Сер.: Педагогіка і психологія : зб. статей: – Ялта : РВВ КГУ, 2013. – Вип. 41. – Ч. 6. – С. 122–127.
43. Головня В.Д. Новий етап у графічній підготовці студентів вищих технічних навчальних закладів / В.Д. Головня // Науковий вісник Ужгородського національного університету : серія «Педагогіка. Соціальна робота». – Ужгород : УжНУ, 2014. – № 32. – С. 59–62.
44. Головня В.Д. Формування конструкторсько-технологічних здібностей студентів ВТНЗ на основі тривимірного моделювання / В.Д. Головня // Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих вчених та студентів, присвяченої Дню науки. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – Т. II. – С. 372–373.
45. Голубова Г.В. Педагогічні умови розвитку обдарованості студентів [Електронний ресурс] / Г.В. Голубова. – Режим доступу : http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Pedagogica/2_105345.doc.htm

46. Горкавий В.К. Математична статистика : навч. посібн. / В.К. Горкавий, В.В. Ярова. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 384 с.
47. Грабовський С.В. Психолого-педагогічні аспекти формування технічного мислення студентів під час вивчення креслення у вищих навчальних закладах [Електронний ресурс] / С.В. Грабовський. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/znppk_ped/2011_17/r5/r5_7.pdf
48. Границкая А.С. Научиться думать и действовать / А.С. Границкая. – М. : Просвещение, 1991. – 172 с.
49. Грачёва С.В. Совершенствование процесса обучения начертательной геометрии с использованием учебного пособия развивающего типа : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / С.В. Грачёва. – Тольятти, 2006. – 24 с.
50. Гриценко Л.О. Формування графічних понять в учнів 8–9-х класів на уроках креслення (методичний аспект) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Л.О. Гриценко. – Полтава, 2004. – 18 с.
51. Гусинский Э.Н. Построение теории образования на основе междисциплинарного системного подхода / Э.Н. Гусинский. – М. : Школа, 1994. – 135 с.
52. Джеджула О.М. Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Олена Михайлівна Джеджула. – Тернопіль, 2007. – 460 с.
53. Диниц Г.Н. Самостоятельная работа как средство профессиональной подготовки студентов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Г.Н. Диниц. – М., 2002. – 176 с.
54. Доронин С.В. Системы автоматизированного проектирования : учеб. пособие / С.В. Доронин. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – 81 с.
55. Дорошенко Ю.О. Структура, зміст і дидактичне забезпечення дисципліни «Комп'ютерна графіка» для технічних ВНЗ / Ю.О. Дорошенко // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007. – № 4 (10). – С. 76–79.

56. Дубинчук О.С. Диференціація змісту математичної освіти в училищах різних професійних напрямів / О.С. Дубинчук // Диференційоване навчання у закладах профтехосвіти : науково-метод. зб. / відп. ред. Н.Г. Никало. – К. : НДІ педагогіки України, 1992. – С. 29–39.
57. Дьяченко М.И. Психологические проблемы готовности к деятельности / М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович. – Минск : БГУ, 1976. – 173 с.
58. Економічна теорія: Політекономія : підручник / за ред. В.Д. Базилевича. – 7-ме вид., стер. – К. : Знання-Прес, 2008. – 719 с.
59. Ефремова Т.Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный / Т.Ф. Ефремова. – М. : Рус. яз., 2000. – Т. 2 : П–Я. – 1088 с.
60. Жук О.І. Професійна підготовка інженерів у США: традиції та інновації / О.І. Жук // Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна». – Хмельницький : Вид-во ХІСТ, 2013. – № 2. – С. 83–87.
61. Закон України «Про вищу освіту» : за станом на 1 липня 2014 р. [Електронний ресурс]. – К. : Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2002. – № 20. – С. 134. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>
62. Засоби́на Г.А. Особенности формирования у студентов профессиональных учений в конструировании учебной работы : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Г.А. Засоби́на. – Л., 1971. – 194 с.
63. Зеер Э. Компетентностный подход к модернизации профессионального образования / Э. Зеер, Э. Сыманюк // Высшее образование в России. – 2005. – № 4. – С. 23–30.
64. Зуев К.Е. Формирование личности инженера в вузе / К.Е. Зуев, В.И. Блохин, В.А. Морозов. – К. : Изд-во Киевского гос. ун-та, 1982. – 98 с.
65. Ігнатюк О.А. Педагогічні умови забезпечення ефективної підготовки гуманітарно-технічної еліти / Наукові праці: Науково-методичний журнал. – Т. 20. Вип. 7. Педагогіка. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2002. – С. 34–38.

66. Кайгородцева Н.В. Начертательная геометрия и геометрическое моделирование [Электронный ресурс] / Н.В. Кайгородцева, О.А. Бондарев. – Режим доступа : http://www.rusnauka.com/16_ADEN_2011/Pedagogica/2_88142.doc.htm
67. Калугин Н.И. Профессиональная ориентация учащихся / Н.И. Калугин, А.Д. Сазонов, В.Д. Симоненко. – М. : Просвещение, 1983. – 191 с.
68. Каркасное моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://plmpedia.ru/wiki/Каркасное_моделирование
69. Карпов В.В. Инвариантная модель интенсивной технологии обучения при многоступенчатой подготовке в вузе / В.В. Карпов, М.Н. Катханов. – М. – СПб., 1992. – С. 93.
70. Кільдеров Д.Е. Навчання учнів 8–9 класів просторовим перетворенням у графічній діяльності на уроках креслення : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Д.Е. Кільдеров ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2007. – 219 с.
71. Коваленко С.В. Інформаційно-технологічний комплекс графічної підготовки студентів будівельних спеціальностей [Електронний ресурс] / С.В. Коваленко. – Режим доступа : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nchnpu_13/2010_7/20.pdf
72. Ковжога С.О. Сучасні освітні технології та методи їх використання в навчальному процесі [Електронний ресурс] / С.О. Ковжога, А.М. Полєжаєв, С.А. Тузіков. – Режим доступа : http://www.rusnauka.com/8_NMIW_2008/Pedagogica/28601.doc.htm
73. Козяр М.М. Інноваційні педагогічні технології в процесі графічної підготовки майбутніх фахівців технічної галузі : монографія / М.М. Козяр. – Рівне : НУВГП, 2012. – 320 с.
74. Козяр М.М. Сучасні програмні засоби проектування та геометричного моделювання на ЕОМ : навч. Посібник / М.М. Козяр. – Рівне : НУВГП, 2006. – 298 с.

75. Козяр М.М. Теоретичні і методичні основи графічної підготовки майбутніх інженерів у галузі водного господарства засобами інноваційних технологій : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / М.М. Козяр ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К., 2012. – 38 с.
76. Козяр М.М. Формування графічної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів освіти засобами комп'ютерних технологій : монографія / М.М. Козяр. – Рівне : НУВГП, 2009. – 280 с.
77. Колбановский В.Н. Роль пространственного воображения в развитии технических способностей / В.Н. Колбановский // Способности и интересы ; под ред. Н.Д. Левитова, В.А. Крутецкого. – М. : АПН РСФСР, 1962. – С. 174–196.
78. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О.В. Овчарук. – К. : «К.І.С.», 2004. – 112 с.
79. Косов Б.Б. Проблемы психологии восприятия / Б.Б. Косов. – М. : Наука, 1971. – 131 с.
80. Краткий психологический словарь / под ред. А.В. Петровского. – М. : Политиздат, 1985. – 431 с.
81. Кремень В.Г. Система освіти в Україні: сучасні тенденції і перспективи // Професійна освіта: педагогіка і психологія / В.Г. Кремень ; за ред. Т. Левовицького, І. Зязюна, І. Вільш, Н. Ничкало. – Вид. II. – Київ ; Ченстохова : ВІПОЛ, 2000. – С. 11–30.
82. Крушельницька Я.В. Фізіологія і психологія праці : підручник / Я.В. Крушельницька. – К. : КНЕУ, 2003. – 367 с.
83. Кудрявцев Т.В. О структуре технического мышления и средствах его развития / Т.В. Кудрявцев // Вопросы психологии. – 1972. – №4. – С. 27–32.
84. Кузьменко Е.Л. Формирование готовности к профессионально-творческой деятельности студентов в процессе обучения инженерной графике : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08, 13.00.02 / Е.Л. Кузьменко. – Воронеж, 2006. – 28 с.

85. Кулик Є.В. Теорія і практика підготовки майбутніх учителів трудового навчання до педагогічної дослідницької діяльності : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Кулик Євген Володимирович ; Тернопільський національний педагогічний ун-т ім. Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2006. – 421 с.
86. Курлянд З.Н. Професійна усталеність вчителя – основа його педагогічної майстерності / З.Н. Курлянд. – Одеса, 1995. – 160 с.
87. Кучай Т. Організація навчального процесу в університетах Японії / Т. Кучай // Проблеми підготовки сучасного вчителя : збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / [ред. кол.: Побірченко Н. С. (гол. ред.) та ін.]. – Умань : ФОП Жовтий О. О., 2014. – Випуск 10. – Частина 1. – С. 286–296.
88. Кучер У.В. Розвиток творчого потенціалу студентів [Електронний ресурс] / У.В. Кучер. – Режим доступу : http://tme.umo.edu.ua/docs/Dod/2_2010/kucher.pdf
89. Лагунова М.В. Современные подходы к формированию графической культуры студентов в технических учебных заведениях / М.В. Лагунова. – Новгород : ВГИПИ, 2003. – 251 с.
90. Левандовский Н.Г. Автоматизация производства и проблема изучения способностей / Н.Г. Левандовский // Проблемы способностей. – М., 1962. – С. 42–48.
91. Лейбов А.М. Методика применения систем автоматизированного проектирования в графической подготовке студентов технического колледжа : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / А.М. Лейбов. – Новокузнецк, 2006. – 165 с.
92. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность / А.Н. Леонтьев. – М. : Academia, 2005. – 352 с.
93. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. – 2-е изд. – М. : Политизат, 1977. – С. 8–11.

94. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики / А.Н. Леонтьев. – М. : Издательство МГУ, 1981. – 584 с.
95. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения / И.Я. Лернер. – М. : Педагогика, 1981. – 186 с.
96. Ломов Б.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии / Б.Ф. Ломов. – М. : Наука, 1984. – 444 с.
97. Лузан П.Г. Активізація навчання студентів / П.Г. Лузан. – К. : Редакційно-вид. відділ Наукметодцентру агроосвіти, 1999. – 216 с.
98. Маковецька В.В. Комп'ютер як засіб навчання на заняттях з нарисної геометрії та комп'ютерної графіки: проблеми і перспективи [Електронний ресурс] / В.В. Маковецька. – Режим доступу : http://www.rusnauka.com/12_KPSN_2009/Pedagogica/44357.doc.htm
99. Малкин И.И. Рационально организовать самостоятельную работу учащихся / И.И. Малкин // Приложение к журналу «Народное образование». – М., 1966. – № 10. – С. 13–23.
100. Мартинюк І.О. Творчий потенціал і самореалізація особистості / І.О. Мартинюк // Психологія і педагогіка життєтворчості. – К., 1996. – 792 с.
101. Маруев С.А. Компетенции специалиста: модели и методы исследования: проблемная лекция / С.А. Маруев. – М. : Рос. гос. аграр. заоч. ун-т, 2005. – 32 с.
102. Махмутов М.И. Проблемное обучение: Основные вопросы теории / М.И. Махмутов. – М. : Педагогика, 1975. – 367 с.
103. Международные требования к выпускникам инженерных программ в условиях двухуровневой системы образования / О.В. Боев, С.И. Герасимов, А.И. Чучалин, А.А. Криушова // Сибирский педагогический журнал. – 2009. – № 5. – С. 24–33.
104. Мельников О. Складові професійної програми підвищення кваліфікації державних службовців / О. Мельников // Вісник УАДУ. – 2002. – №1. – С. 359–367.

105. Милерян Е.А. Психологический отбор летчиков / Е.А. Милерян. – К. : АПН УССР, 1966. – 235 с.
106. Моторна Л.В. Педагогічні умови застосування освітніх технологій в процесі викладання природничонаукових дисциплін у технічних коледжах [Електронний ресурс] / Л.В. Моторна. – Режим доступу : <http://conf.vntu.edu.ua/humed/2008/txt/Motorna.php>
107. Нарисна геометрія : підручник / В.Є. Михайленко та ін. ; ред. В.Є. Михайленко. – К. : Вища шк., 1993. – 271 с.
108. Настільна книга педагога, посібник для тих, хто хоче бути вчителем-майстром / упор.: В.М. Андрєєва, В.В. Григораш. – Харків : Основа ; Тріада+, 2007. – 352 с.
109. Національний освітній глосарій: вища освіта / авт.-уклад.: І.І. Бабин, Я.Я. Болюбаш, А.А. Гармаш й ін. ; за ред. Д.В. Табачника і В.Г. Кременя. – К. : ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2011. – 100 с.
110. Некоторые принципы построения модели специалиста // НИИ проблем высшей школы: обзорная информация. – М., 1977. – С. 4–5.
111. Нечаев А.П. Психология технического изобретательства / А.П. Нечаев. – Л. ; М., 1929.
112. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е.А. Никулин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
113. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / И.П. Норенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
114. Норенков И.П. Основы теории и проектирования САПР : учеб. для вузов по спец. «Вычислительные маш., компл., сист. и сети» / И.П. Норенков, В.Б. Маничев. – М. : Высш. шк., 1990. – 335 с.
115. Общая и профессиональная педагогика : учеб. пособие для студентов пед. вузов / под ред. В.Д. Симоненко. – М. : Вентана-Граф, 2006. – 368 с.

116. Объемное моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://plmpedia.ru/wiki/ Объемное _моделирование](http://plmpedia.ru/wiki/Объемное_моделирование)
117. Ожга М.М. Проблемы графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових дослідженнях / М.М. Ожга // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : збірник наукових праць. – Харків : Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА), 2012. – Вип. 34–35. – 347 с.
118. Онищенко Ю.В. Просторове мислення у вирішенні технологічних завдань [Електронний ресурс] / Ю.В. Онищенко, Ю.В. Коломієць. – Режим доступа : http://www.rusnauka.com/28_NIOXXI_2008/Pedagogica/35455.doc.htm
119. Онучак Л.В. Ранняя професійна орієнтація студентів як основа індивідуалізації навчального процесу з іноземної мови на немовних факультетах вищих навчальних закладів / Л.В. Онучак // Науковий вісник Чернівецького ун-ту. Педагогіка та психологія. – 2000. – Вип. 99. – С. 121–124.
120. Оптимизация в автоматизированном проектировании сварочного производства : учебное пособие / отв. ред. В.Н. Ластовирия. – М. : МГИУ, 2008. – 184 с.
121. Організаційні форми самостійної роботи студентів стоматологічного та міжнародного факультетів, можливості впровадження дистанційного навчання [Електронний ресурс] / Р.Ю. Хоружа, О.П. Педорець, О.І. Ківа та ін. – Режим доступа : http://archive.nbuu.gov.ua/portal/chem_biol/Ujtm/2009_2/2009_2_8.pdf
122. Павлище В.Т. Основы конструювання та розрахунок деталей машин : підр. / В.Т. Павлище. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. – 560 с.
123. Петрунева Р.М. Гуманитаризация инженерного образования (на основе моделирования социогуманитарной экспертизы технических решений) : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Раиса Морадовна Петрунева. – Волгоград, 2001. – 336 с.
124. Пидкасистый П.И. Самостоятельная деятельность учащихся. Дидактический анализ процесса и структуры воспроизведения и творчества / П.И. Пидкасистый. – М. : Педагогика, 1972. – С. 91–92.

125. Пилипака С.Ф. Параметричні та натуральні рівняння кривих із заданими кінематичними характеристиками / С.Ф. Пилипака, В.М. Несвідомін, Т.С. Пилипака // Системні технології. – Дніпропетровськ : ДНВП, 2006. – Вип. 3 (44). – С. 69–75.
126. Платонов К.К. Профессиональная ориентация молодежи / К.К. Платонов. – М. : Наука, 1978. – 312 с.
127. Подласый И.П. Продуктивная педагогика : Книга для учителя / И.П. Подласый. – М. : Народное образование, 2003. – 496 с.
128. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах України від 02.06.93 №161 [Електронний ресурс] // Збірник нормативних актів України щодо організації навчально-виховного процесу у вищому навчальному закладі. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0173-93>
129. Пономарев Я.А. Психология творческого мышления / Я.А. Пономарев. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1960. – 352 с.
130. Попова О.П. Розвиток творчого потенціалу майбутнього інженера в процесі професійної підготовки у вищому технічному навчальному закладі : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / О.П. Попова. – Запоріжжя, 2006. – 20 с.
131. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / Д.А. Поспелов. – М. : Радио и связь, 1989. – С. 30.
132. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 538 від 07.08.2013) від 23 листопада 2011 р. № 1392 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF>
133. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» від 23 листопада 2011 р. № 1341 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF>

134. Прикладна геометрія та інженерна графіка / С.М. Ковальов, М.С. Гумен, С.І. Пустюльга та ін. – Луцьк : ЛДТУ, 2006. – С. 58–89.
135. Прогностическая концепция целей и содержания образования / под ред. И.Я. Лернера, И.К. Журавлева. – М., 1987. – 86 с.
136. Психологія : навч. посіб. / О.В. Винославська, О.А. Бреусенко-Кузнєцов, В.Л. Зливков та ін. ; за наук. ред. О.В. Винославської. – К. : Фірма «ІНКІОС», 2005. – 352 с.
137. Психологія : підручник для педагогічних вузів / за ред. Г.С. Костюка. – К. : Радянська школа, 1955. – 502 с.
138. Равен Дж. Выходя за рамки стандарта «3 Rs» (чтение, письмо, арифметика): достижение и оценивание более широких целей в сфере образования (реферат) (версия текста от 12. 1999) / Дж. Равен // Метод проектов. – Минск, БГУ ЦПРО, 2003. – 253 с.
139. Райковская Г.А. Геометрическое моделирование как этап развития конструкторско-технологических способностей студентов / Г.А. Райковская, В.Д. Головня // Topical areas of fundamental and applied research III. – North Charleston, USA : spc Academic, 2014. – Vol. 2. – P. 94–96.
140. Райковська Г.О. Види графіки та їх вплив на комп'ютерне моделювання / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Комп'ютерне моделювання в освіті : матеріали VI Всеукраїнського науково-методичного семінару (Кривий Ріг, 12 квітня 2013 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. – С. 10.
141. Райковська Г.О. Використання системи КОМПАС-3D для виконання практичних робіт з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» : методичні вказівки [Електронний ресурс] / Г.О. Райковська, В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 59 с. – Режим доступу : <http://lib.ztu.edu.ua/ftextslocal/zagtech/metod.pdf>
142. Райковська Г.О. Геометричне моделювання – засіб розв'язання задач нарисної геометрії / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія,

досвід, проблеми : зб. наук. пр. – Випуск 40 / редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – Київ ; Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2014. – С. 350–354.

143. Райковська Г.О. Геометричне моделювання – основа конструкторсько-технологічних здібностей / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Нова педагогічна думка. – Рівне, 2013. – № 1 : у II ч. – Ч. II. – С. 68–70.
144. Райковська Г.О. Геометричне моделювання як основа формування конструкторсько-технологічних здібностей / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : збірник наукових праць. – Вип. XI : в 3-х т. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2013. – Т. 3 : Теорія та методика навчання інформатики. – С. 63–68.
145. Райковська Г.О. Дидактичні умови розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців у процесі навчання / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Глухівські наукові читання – 2013 : зб. матер. III Міжнар. наук. конф. молодих вчених та студентів, присв. 270-літтю укладання «Прав, за якими судиться малоросійський народ» (15–17 лист. 2013 р., м. Глухів) / редкол.: О.І. Курок (гол.), В.П. Зінченко (заст. гол.), Я.М. Гирич (заст. гол., відп. ред.). – К. : Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК, 2013. – С. 143.
146. Райковська Г.О. Засоби діагности якості знань з нормативної дисципліни «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка для студентів напряму 6.050502 «Інженерна механіка», спеціальностей 7.05050201, 8.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / Г.О. Райковська, В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 44 с.
147. Райковська Г.О. Інженерна графіка. Практикум : навчальний посібник / Г.О. Райковська, В.Д. Головня, Л.Є. Глембоцька. – Ч. 1. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 250 с.
148. Райковська Г.О. Інформаційні технології у графічній підготовці інженерно-технічних фахівців [Електронний ресурс] / Г.О. Райковська. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/znpbdpu/Ped/2011_3/Rajk.pdf

149. Райковська Г.О. Методика формування графічних знань в системі інформаційних технологій : монографія / Галина Олексіївна Райковська. – Житомир : ЖДТУ, 2009. – 324 с.
150. Райковська Г.О. Науково-експериментальна робота в освітньому закладі. Впровадження комп'ютерної графіки в освітніх галузях «Математика», «Технології» : навчально-методичний посібник / Г.О. Райковська, В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2014. – 64 с.
151. Райковська Г.О. Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей у майбутніх інженерно-технічних фахівців [Електронний ресурс] / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції (18–22 березня 2013 р.). – Черкаси, 2013. – С. 154–156. – Режим доступу : http://conference.ikto.net/pub/akit_2013_18-22march.zip
152. Райковська Г.О. Розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Галина Олексіївна Райковська ; Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова. – К., 2002. – 219 с.
153. Райковська Г.О. Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Галина Олексіївна Райковська. – К., 2011. – 433 с.
154. Райковська Г.О. Теоретичні засади комп'ютерного геометричного моделювання / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 51 : збірник наукових праць. – К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – С. 222–226.
155. Райковська Г.О. Теоретичні засади комп'ютерного геометричного моделювання в ЗОНЗ / Г.О. Райковська, В.Д. Головня // Інноваційний розвиток вищої освіти: глобальний та національний виміри змін : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (26–27 березня 2015 року,

- м. Суми). – Т. 2. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2015. – С. 155–158.
156. Ребус Б.М. Пространственное воображение как одна из важнейших способностей к технической деятельности : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Б.М. Ребус. – М., 1966. – 20 с.
 157. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования / С.Л. Рубинштейн. – М., 1958. – С. 13.
 158. Руднева Т.И. Педагогика профессионализма / Т.И. Руднева. – Самара, 1997. – 160 с.
 159. Рукавишников В.А. Инженерное геометрическое моделирование как методологическая основа геометро-графической подготовки в техническом вузе : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / В.А. Рукавишников. – Казань, 2004. – 357 с.
 160. Салапак Л. Графічна культура як важливий елемент професіоналізму інженера-технолога / Л. Салапак // Педагогіка і психологія проф. освіти. – 2009. – № 1. – С. 59–68.
 161. Серебrenицкий П.П. Программирование для автоматизированного оборудования : учебник для средн. проф. учебных заведений / П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе ; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2003. – 592 с.
 162. Сильченко Т.В. Профессиональная компетентность современного инженера : монография / Т.В. Сильченко. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. – 362 с.
 163. Сисоєва С.О. Освітні системи країн Європейського Союзу: загальна характеристика : навчальний посібник / С.О. Сисоєва, Т.Є. Кристопчук // Київський університет імені Бориса Грінченка. – Рівне : Овід, 2012. – 352 с.
 164. Скаткин М.Н. Методика и методология педагогических исследований: в помощь исследователю / М.Н. Скаткин. – М. : Педагогика, 1986. – 150 с.

165. Скуратівська С.П. Особливості організації самостійної роботи студентів [Електронний ресурс] / С.П. Скуратівська. – Режим доступу : http://osvita.ua/school/lessons_summary/education/36615/
166. Сластенин В.А. Культура умственного труда студентов / В.А. Сластенин. – М. : МПГУ, 1994. – 264 с.
167. Соколова И.Ю. Психологические основы учебно-педагогической деятельности : учебное пособие / И.Ю. Соколова. – Томск, 1992.
168. Способности ваших детей / сост. Н.П. Линькова, Е.А. Шумилин. – М. : Просвещение, 1969. – 216 с.
169. Средства трехмерного моделирования. Каркасное моделирование. Поверхностное, твердотельное моделирование. Типы поверхностей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://sp.vuzunet.ru/publ/sapr_ehkzamen_verkhoturova/10_sredstva_trekhmernogo_modelirovaniya_karkasnoe_modelirovanie_poverkhnostnoe_tverdotelnoe_modelirovanie_tipy_poverkhnostej/17-1-0-373
170. Сторожилов А.И. Обучение студентов решению геометрических задач с использованием трёхмерного компьютерного моделирования : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / А.И. Сторожилов ; Бел. гос. пед. ун-т. – Минск, 2002. – 133 с.
171. Талалай П.Г. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D / П.Г. Талалай. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 608 с.
172. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология : учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений / Н.Ф. Талызина. – М. : Издательский центр «Академия», 1998. – 288 с.
173. Тарасова В.В. Роль мотиваційно-ціннісного компонента в структурі педагогічної діяльності майбутніх вихователів дошкільних навчальних закладів / В.В. Тарасова // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. – Запоріжжя : Класич. приват. ун-т. – 2013. – Вип. 28 (81). – С. 332–337.

174. Тарасова О.В. Психологічний зміст професійного мислення особистості [Електронний ресурс] / О.В. Тарасова. – Режим доступу : http://www.rusnauka.com/8_DN_2011/Psihologia/8_82491.doc.htm
175. Теплов Б.М. Психология / Б.М. Теплов. – М. : УЧПЕДГИЗ, 1953. – 256 с.
176. Технічне мислення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pedagog.profi.org.ua/ru/node/2014>
177. Ткаченко В.П. Методика формування просторової уяви майбутніх інженерів з використанням динамічних стереоскопічних моделей [Електронний ресурс] / В.П. Ткаченко, А.М. Корнєєва. – Режим доступу : <http://www.diat.edu.ua/files/stereo.pdf>
178. Тоффлер Е. Третя хвиля / Е. Тоффлер. – К. : Вид. дім «Всесвіт», 2000. – С. 14.
179. Трайнев В.А. Информационные коммуникационные педагогические технологии (обобщения и рекомендации) : учебное пособие / В.А. Трайнев, И.В. Трайнев. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и КО», 2005. – 280 с.
180. Туркот Т.І. Педагогіка вищої школи : навч. посібник / Т.І. Туркот. – К. : Кондор, 2011. – 628 с.
181. Тхоржевський Д.О. Методика трудового і професійного навчання та викладання загальнотехнічних дисциплін : навч. посібник / Д.О. Тхоржевський. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К. : Вища школа, 1992. – 334 с.
182. Угарова Л.А. Формирование профессиональной компетентности будущих бакалавров технологического образования : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 – теория и методика профессионального образования / Л.А. Угарова. – Тольятти, 2010. – 259 с.
183. Фатеев А.М. Развитие сознания / А.М. Фатеев. – М. : Прогресс, 1996. – С. 14.
184. Федоришин Б.О. Проблема особистості і її професійних здібностей в психології професійної орієнтації / Б.О. Федоришин // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців:

- методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. / редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – Київ ; Вінниця : ДОВ Вінниця, 2004. – Вип. 4. – С. 112–117.
185. Федотова Н.В. Формирование графической компетентности студентов технического вуза на основе трехмерного моделирования : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Н.В. Федотова. – Тамбов, 2011. – 24 с.
 186. Федотова Т.Н. Компьютерная графика [Электронный ресурс] / Т.Н. Федотова. – Режим доступа : <http://storage.mstuca.ru/handle/123456789/2144>
 187. Фещук Ю.В. Методика розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп'ютерної графіки : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Ю.В. Фещук ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К., 2009. – 287 с.
 188. Фещук Ю.В. Нові інформаційні технології в графічній підготовці майбутніх учителів технологій і креслення [Електронний ресурс] / Ю.В. Фещук. – Режим доступа : http://www.nbuuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Nchnpu_13/2010_6/40.pdf
 189. Фіцула М.М. Педагогіка : навч. посіб. / М.М. Фіцула. – 3-тє вид., стереотип. – К. : Академвидав, 2009. – 560 с.
 190. Формування просторової уяви студентів при вивченні курсу «Нарисна геометрія» [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://ua.textreferat.com/referat-13288.html>
 191. Формы организации самостоятельной работы студентов международного факультета [Электронный ресурс] / Р.Е. Хоружая, А.П. Педорец, А.И. Кива, Н.А. Педорец. – Режим доступа : http://archive.nbuuv.gov.ua/portal/chem_biol/pekm/2009_2/235.pdf
 192. Хазіна С.А. Формування вмінь комп'ютерного моделювання майбутніх вчителів фізики в процесі навчання інформатики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Стелла Анатоліївна Хазіна ; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2010. – 302 с.

193. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированного образования / А.В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58–64.
194. Чеботова Я.В. Формирование воображения в процессе изобразительной деятельности : дис. ... канд. психол. наук : 19.00.01 / Яна Валентиновна Чеботова ; Университет внутренних дел МВД Украины. – Х., 1995. – 150 с.
195. Чебышева В.В. Психологические основы формирования производственных умений и навыков / В.В. Чебышева. – М. : Высш. школа, 1980. – 79 с.
196. Череповська Н.І. Особливості формування символічного образу в художньо-графічній діяльності підлітків : автореф. дис. ... канд. психол. наук. : 19.00.07 / Н.І. Череповська // Інститут психології ім. Г.С. Костюка АПН України. – К., 2006. – 20 с.
197. Чиркова Т.В. Організація самостійної роботи студентів в ВНЗ [Електронний ресурс] / Т.В. Чиркова. – Режим доступу : http://storage.library.opu.ua/online/periodic/kms_2011_5/100-102.pdf
198. Шаргун Т.О. Формування професійної компетентності у майбутніх фахівців залізничного транспорту у процесі професійної підготовки : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Тетяна Олексіївна Шаргун ; Львівський науково-практичний центр ПТО АПН України. – Львів, 2006. – 219 с.
199. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Эрганова. – М. : Издательский цент «Академия», 2007. – 160 с.
200. Юсупова М.Ф. Компьютерные информационные технологии в обучении начертательной геометрии : монография / М.Ф. Юсупова. – К. : НПУ имени М.П. Драгоманова, 2006. – 280 с.
201. Юсупова М.Ф. Методика інтерактивного навчання графічних дисциплін у вищих технічних навчальних закладах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : спец. 13.00.02 / М.Ф. Юсупова. – К., 2010. – 36 с.

202. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе / И.С. Якиманская. – М. : Сентябрь, 2005. – 96 с.
203. Якиманская И.С. Развитие пространственного мышления школьников : монография / И.С. Якиманская. – М. : Педагогика, 1980. – 240 с.
204. Якобсон П.М. Процесс творческой работы изобретателя / П.М. Якобсон. – М. : Изд-во ЦСВОИ, 1934. – 135 с.
205. Якубов Ф. Инженерное образование должно быть опережающим / Ф. Якубов // Освітнянські обрії : зб. наук. пр. – К. : ПІТО, 2007. – № 1 (1). – С. 316–318.
206. Armstrong Henry F. Descriptive Geometry for Students in Engineering Science and Architecture [Электронный ресурс] / Henry F. Armstrong // New York : John Wiley & Sons, Inc., London: CHAPMAN & HALL, Limited. – 1915. – Режим доступа : <https://archive.org/details/descriptivegeome00armsuoft>
207. Ault Holly K. 3-D Geometric Modeling for the 21st Century [Электронный ресурс] / Holly K. Ault // Engineering Design Graphics Journal. – 1999. – Volume 3. – Number 2. – P. 33–42. – Режим доступа : <http://www.edgj.org/index.php/edgj/article/download/127/123>
208. Binghui Wu. Construction teaching mode of mechanical drawing from the engineering perspective [Электронный ресурс] / Binghui Wu, Jianjun Xi, Na Gong // 3rd International Conference on Science and Social Research (ICSSR 2014). – Режим доступа : http://www.atlantispress.com/php/download_paper.php?id=11858
209. Birnbaum R. Management Fads in Higher Education – Where They Come, What They Do, Why They Fail / R. Birnbaum. – San Francisco, 2000. – P. 91–157.
210. CDIO: Conceive–Design–Implement–Operate [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cdio.org>
211. Di Paola Francesco. Digital and Interactive Learning and Teaching Methods in Descriptive Geometry [Электронный ресурс] / Paola Di Francesco, Pietro Pedoneb, Maria Rita Pizzurro // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 4th International Conference on New Horizons in Education. – 10 December 2013. – Volume 106. –

- P. 873–885. – Режим доступа : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813047150>
212. Dongkon Lee. 3-D geometric modeler for rapid ship safety assessment. [Электронный ресурс] / Dongkon Lee, Soon-Sup Lee, Beom-Jin Park // Ocean Engineering. – Issue 10, July 2004. – Volume 31. – P. 1219–1230. – Режим доступа : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801804000381>
213. European Federation of National Engineering Associations [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.feani.org>
214. Golovnya V.D. The main conditions and ways of designing skill development of future engineers / V.D. Golovnya // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. – September–October, 2014. – № 9–10. – P. 81–84.
215. Kosse Vladis. Engineering Drawing as a Global Language for Engineers [Электронный ресурс] / Vladis Kosse // Proceedings of the 2005 ASEE/AaeE 4th Global Colloquium on Engineering Education. – Режим доступа : <http://www.aae.com.au/conferences/papers/2005/Paper/Paper147.pdf>
216. Krippel Gregory. Multimedia use in higher education: promises and pitfalls [Электронный ресурс] / Gregory Krippel, A. James McKee, Janette Moody // Journal of Instructional Pedagogies. – Режим доступа : <http://www.aabri.com/manuscripts/09329.pdf>
217. Multimedia learning: a new paradigm in education [Электронный ресурс] / Neo Mai, Ken Neo TK. – Режим доступа: http://www.ict.org/T01_Library/T01_103.PDF
218. Pütz Claus. Teaching descriptive geometry for architects: didactic principles and effective methods demonstrated by the example of monge projection [Электронный ресурс] / Claus Pütz // 15° Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design São Paulo, Brasil – 5–9 Novembro de 2001. – P. 269–278. – Режим доступа : <http://www.igpm.rwth-aachen.de/puetz/pub/269.pdf>

219. Rankowski Charles A. Effectiveness of multimedia in teaching descriptive geometry [Электронный ресурс] / Charles A. Rankowski, Minaruth Galey // Educational Technology Research and Development. – Summer 1979. – Volume 27. – Issue 2. – P. 114–120. – Режим доступа : <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02765333>
220. Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Education [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/tuning/tuning18.pdf>
221. Reffold C.N. Teaching and Learning Computer-Aided Engineering Drawing [Электронный ресурс] / C.N. Reffold // Int. J. Engng Ed. – 1998. – Vol. 14. – No. 4. – P. 276–281. – Режим доступа : <http://www.ijee.ie/articles/Vol14-4/ijee1026.pdf>
222. Schmid-Kirsch Albert. Teaching Descriptive Geometry at the Faculty of Architecture [Электронный ресурс] / Albert Schmid-Kirsch // Journal for Geometry and Graphics. – 1997. – Volume 1. – No. 1. – P. 75–82. – Режим доступа : http://www.heldermann-verlag.de/jgg/jgg01_05/jgg0110.pdf
223. Skin Model Shapes: A new paradigm shift for geometric variations modelling in mechanical engineering [Электронный ресурс] / Benjamin Schleicha, Nabil Anwerb, Luc Mathieub, Sandro Wartzack // Computer-Aided Design. – Volume 50. – May 2014. – P. 1–15. – Режим доступа : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448514000025>

ДОДАТКИ

Додаток А

**Виробничі функції, типові задачі діяльності, уміння та здібності,
якими повинні володіти студенти відповідно до напрямку підготовки**

Зміст виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Зміст уміння
1	2	3
<i>6.070106 «Автомобільний транспорт»</i>		
Проектувальна	Розробка механізмів, деталей, конструкцій, обладнання, пристосувань	<p>За допомогою програмного і технічного комп'ютерного забезпечення візуалізувати результати інженерних побудов.</p> <p>За допомогою лінгвістичного, інформаційного, технічного та програмного забезпечення, враховуючи одержані технічні рішення, розробити проект об'єкта і передбачену чинним законодавством документацію.</p> <p>За допомогою правил розробки математичних моделей розробити модель об'єкта проектування. На основі аналізу об'єкта проектування за допомогою певних методик визначити методику пошуку технічного рішення і з використанням оптимізаційних методів знайти технічне рішення об'єкта проектування.</p> <p>Використовуючи фахову літературу, набутті знання, виконувати тепловий та динамічний розрахунок з використанням сучасних комп'ютерних технологій.</p> <p>Використовуючи отримані розрахункові та дослідні дані, оформлювати технічну документацію відповідно до вимог СКД ДСТУ, ДСТУ ISO.</p>
Технічна	Інформаційне забезпечення виробничих процесів	<p>Використовуючи знання з інформатики та комп'ютерних технологій, в умовах відповідного виробничого підрозділу за допомогою засобів управління комп'ютером:</p> <ul style="list-style-type: none"> – користуватися програмним забезпеченням та орієнтуватися у його виборі; – виконувати профілактичні роботи; – користуватися текстовими редакторами; – користуватися електронними таблицями та базами даних.
	Аналіз та вибір методів відновлення деталей	Використовуючи фахову літературу, набутті знання, уміти обирати раціональний метод відновлення деталей, розраховувати режими відновлення деталей машин і оформлювати технічну документацію на процеси відновлення деталей машин.
<i>6.050502 «Інженерна механіка»</i>		
Проектна	Виконання параметричних розрахунків обладнання	<p>Використовуючи стандартні методики, нормативні матеріали, за допомогою обчислювальної техніки вміти виконувати розрахунки технологічних процесів виробництва деталей та механізмів, обладнання, їх елементів та процесів, що виконуються ними.</p> <p>Використовуючи стандартні методики, нормативні матеріали, за допомогою обчислювальної техніки вміти розрахувати технологічні параметри окремих механізмів та елементів обладнання.</p>
	Конструювання та розрахунки	Використовуючи особливості відповідної галузі промисловості, за допомогою методик, відповідної

Зміст виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Зміст уміння
1	2	3
	інструментів для виготовлення машин	літератури, нормативних матеріалів розраховувати та конструювати інструменти для виготовлення деталей машин.
	Розробка параметрів технологічного процесу та вибір технологічного обладнання	Використовуючи технічне завдання на проектування, компонування, загального вигляду обладнання, нормативні документи, розробляти робочі кресленики деталей та вузлів за допомогою комп'ютерної техніки із застосуванням САПР КОМПАС-3D та інших програмних продуктів.
Виробничо-технологічна	Розробка технічних рішень щодо удосконалення обладнання	Використовуючи технічну документацію, за допомогою довідкової літератури розраховувати параметри технологічних процесів із застосуванням САПР КОМПАС-3D та інших програмних продуктів. Використовуючи технічну документацію, за допомогою довідкової літератури призначати розміри, допуски та посадки з'єднань та параметри шорсткості. Використовуючи технічну документацію, за допомогою довідкової літератури та бібліотек САПР КОМПАС-3D проектувати механічні передачі (пасові, ланцюгові, зубчасті).
	Експлуатація та ремонт технологічного обладнання	Використовуючи технічну документацію та технічні умови з експлуатації обладнання, взяти участь у розробці рішень щодо вибору допоміжного обладнання. Використовуючи технічну документацію та визначені параметри режиму роботи, здійснювати налагодження механічного обладнання для виконання виробничого завдання. Враховуючи вимоги нормативних документів та правил експлуатації, опираючись на загальні принципи функціонування устаткування, виконувати роботи з експлуатації та технічного обслуговування механічного обладнання. Використовуючи нормативні документи і беручи до уваги режим роботи виробничої ділянки та стан обладнання, за допомогою існуючих методів складати плани проведення ППР. Використовуючи робочі кресленики деталей за допомогою довідникових та нормативних матеріалів обирати методи виготовлення заготовок, розраховувати операційні припуски на обробку.
Монтажно-налагоджувальна	Технологічна підготовка виготовлення деталей та вузлів обладнання ПБМ	Використовуючи робочі кресленики деталей, дані режимів різання, за допомогою нормативів визначати норми часу виготовлення. Використовуючи робочі кресленики виробу, вимоги на його виробництво, за допомогою довідкових матеріалів призначати засоби контролю, які забезпечують надійність визначення параметрів, що контролюються.
6.050503 «Машинобудування»		
Проектувально-конструкторська	Виконання параметричних розрахунків обладнання	Використовуючи стандартні методики, нормативні матеріали, за допомогою обчислювальної техніки вміти виконувати розрахунки технологічних процесів виробництва деталей та механізмів, обладнання, їх елементів та процесів, що виконуються ними.

Зміст виробничої функції	Назва типової задачі діяльності	Зміст уміння
1	2	3
Технологічна		Використовуючи стандартні методики, нормативні матеріали, за допомогою обчислювальної техніки вміти розрахувати технологічні параметри окремих механізмів та елементів обладнання.
	Конструювання та розрахунки інструментів для виготовлення машин	Використовуючи особливості відповідної галузі промисловості, за допомогою методик, відповідної літератури, нормативних матеріалів розраховувати та конструювати інструменти для виготовлення деталей машин.
	Розробка параметрів технологічного процесу та вибір технологічного обладнання	<p>Використовуючи технічне завдання на проектування, компонування, загального вигляду обладнання, нормативні документи, розробляти робочі кресленики деталей та вузлів за допомогою комп'ютерної техніки із застосуванням САПР КОМПАС-3D та інших програмних продуктів.</p> <p>Використовуючи технічну документацію, за допомогою довідкової літератури розраховувати параметри технологічних процесів із застосуванням САПР КОМПАС-3D та інших програмних продуктів.</p> <p>Використовуючи технічну документацію, за допомогою довідкової літератури та бібліотек САПР КОМПАС-3D проектувати механічні передачі (пасові, ланцюгові, зубчасті).</p> <p>Використовуючи технічну інформацію і довідкову літературу, взяти участь у підготовці рішень щодо заміни старих технологічних процесів та технологічного обладнання на зразки з більш високими показниками надійності, енергоємності, продуктивності.</p>
	Експлуатація та ремонт технологічного обладнання	<p>Використовуючи нормативні документи і беручи до уваги режим роботи виробничої ділянки та стан обладнання, за допомогою існуючих методів складати плани проведення ППР.</p> <p>Використовуючи робочі кресленики деталей, за допомогою довідникових та нормативних матеріалів обирати методи виготовлення заготовок, розраховувати операційні припуски на обробку.</p>
	Технологічна підготовка виготовлення деталей та вузлів обладнання ПБМ	<p>Використовуючи робочі кресленики деталей, дані режимів різання, за допомогою нормативів визначати норми часу виготовлення.</p> <p>Використовуючи робочі кресленики виробу, вимоги на його виробництво, за допомогою довідкових матеріалів, призначати засоби контролю, які забезпечують надійність визначення параметрів, що контролюються.</p>

Додаток Б

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384**Форма № Н-3.03**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**«Комп'ютерне конструювання та моделювання»****ПРОГРАМА**
варіативної навчальної дисципліни**підготовки** Бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

напряму 6.050502 «Інженерна механіка»

(шифр і назва напряму)

спеціальності _____

(шифр і назва спеціальності)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Навчально-методичною радою
Житомирського державного
технологічного університету

_____ Г.М. Виговський

Протокол № __ від

«__» _____ 20__ р.

2013 рік

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: Житомирським державним технологічним університетом
(повне найменування вищого навчального закладу)

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: ст. викладач В.Д. Головня

Обговорено та рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету інженерної механіки.

«___» _____ 20___ року, протокол № ___

ВСТУП

Програма вивчення навчального курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму 6.050502 «Інженерна механіка».

Предметом вивчення навчального курсу є розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів.

Міждисциплінарні зв'язки:

«Інформатика», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Теоретична механіка», «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство», «Теорія машин і механізмів», «Опір матеріалів», «Деталі машин», «Різальні інструменти», «Механоскладальні дільниці та цехи», «Теоретичні основи машинобудування», «Технологічна оснастка», «Технологія обробки типових деталей».

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Основи тривимірного моделювання.

Змістовий модуль 2. Основи побудови тривимірних складань вузлів.

Змістовий модуль 3. САПР технологічних процесів.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою курсу є формування у студентів конструкторсько-технологічних здібностей, загального уявлення про обраний фах на основі вимог підготовки фахівця в інженерній галузі.

1.2. Завданнями курсу є:

розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів;
засвоєння студентами сучасної техніки автоматизованого проектування;
засвоєння студентами основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні;
вивчення всіх видів забезпечення систем автоматизованого проектування;
засвоєння методичних основ прийняття рішень при проектуванні;
сприяння розвитку навичок самоаналізу та саморегуляції поведінки.

1.3. Вимоги до знань та вмінь – після вивчення навчального курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» студенти повинні:

Знати:

- класифікацію САПР, їх функції та характеристики;
- основи роботи в системі тривимірного моделювання;
- типи тривимірних моделей;
- основи тривимірного моделювання;
- основні операції зі створення геометричних елементів моделей;
- основи побудови креслеників;
- основні принципи створення тривимірних складань вузлів;
- основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D;
- основи побудови складальних креслеників;
- основи роботи зі специфікацією;
- основи створення технологічних процесів у САПР ТП Вертикаль;
- основи роботи з універсальним технологічним довідником;

- основи формування конструкторсько-технологічної документації.

Вміти:

- створювати тривимірні моделі деталей в системі КОМПАС-3D;
- використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей;
- створювати кресленики деталей на основі їх тривимірних моделей;
- виконувати розрізи, перерізи тощо;
- оформлювати кресленики згідно з вимогами СКД ДСТУ, ДСТУ ISO;
- створювати тривимірні складання вузлів;
- формувати складальні кресленики на основі тривимірних складань вузлів;
- працювати зі специфікаціями;
- розробляти технологічні процеси в САПР ТП Вертикаль;
- вибирати основні, допоміжні та контрольні інструменти при заповненні переходів операцій;
- обирати технологічну оснастку;
- розраховувати режими обробки, нормувати час;
- створювати комплекти конструкторсько-технологічної документації;
- працювати з сервером системи САПР ТП Вертикаль.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. ОСНОВИ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Тема 1. Класифікація САПР відповідно до сфери застосування. Функції САПР. Характеристики CAE/CAD/CAM-систем.

Тема 2. Основи роботи в системі КОМПАС-3D. Моделі. Типи тривимірних моделей: каркасні, поверхневі, об'ємні.

Тема 3. Основи тривимірного моделювання. Основні операції зі створення геометричних елементів моделей у системі КОМПАС-3D. Робота з прикладними бібліотеками системи.

Тема 4. Побудова креслеників у системі КОМПАС-3D на основі тривимірних моделей деталей. Розрізи, перерізи, виносні елементи. Технічні вимоги.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНИХ СКЛАДАНЬ

Тема 5. Основні принципи створення тривимірних складань вузлів. Побудова деталей на місці. Побудова спряжень.

Тема 6. Використання бібліотеки стандартних виробів. Додавання стандартних виробів у складання. Створення об'єктів специфікації.

Тема 7. Основи створення складальних креслеників. Особливості побудови розрізів, перерізів та виносних елементів на складальних креслениках.

Тема 8. Основи роботи зі специфікаціями. Додавання розділів специфікації. Нанесення позиції елементів складальної одиниці та їх зв'язок зі специфікацією.

Модуль 3

Змістовий модуль 3. САПР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Тема 9. Основи роботи в САПР ТП Вертикаль, її зв'язок з системою тривимірного моделювання КОМПАС-3D.

Тема 10. Основи побудови технологічних процесів. Типові технологічні процеси.

Тема 11. Основи роботи з універсальним технологічним довідником. Операції, переходи, розрахунок режимів різання та нормування часу. Робота з ескізами.

Тема 12. Створення технологічної документації. Види комплектів документів та їх особливості.

Література

Основна література

1. Большаков В. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor / В. Большаков, А. Бочков. – СПб. : Питер, 2012. – 304 с.
2. Высогорец Я.В. САПР ТП «Вертикаль» : учебное пособие для самостоятельной работы / Я.В. Высогорец. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 48 с.
3. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D / Н.Б. Ганин. – М. : ДМК-Пресс, 2012. – 784 с.
4. Кондаков А.И. САПР технологических процессов : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. «Технология машиностроения» направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / А.И. Кондаков. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. – 272 с.
5. Митрофанов В.Г. САПР в технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / В.Г. Митрофанов и др. – Ярославль : ЯГТУ, 1995. – 298 с.

Додаткова література

1. Ганин Н.Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС-3D V12: для изучения и практ. освоения систем автоматизир. проектирования в рамках образоват. программы компании АСКОН / Н.Б. Ганин ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – М. : ДМК Пресс, 2010. – 360 с.
2. Кидрук М.И. Компас-3D V10 на 100% / М.И. Кидрук. – СПб. : Питер, 2009. – 500 с.
3. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
4. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование / А. Потемкин. – М. : КомпьютерПресс, 2002. – 296 с.
5. Решения Аскон. Технологическая подготовка производства в машиностроении. – Изд-во Аскон, 2011. – 18 с.
6. Универсальный технологический справочник: руководство пользователя. – Изд-во Аскон, 2008. – 152 с.
7. Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении / А.А. Черепашков, Н.В. Носов. – Волгоград : Ин-Фолио, 2009. – 640 с.

13. Інформаційні ресурси

1. <http://tmkts.ztu.edu.ua>
2. <http://www.ascon.ru>
3. <http://www.sapr.ru/>
4. <http://www.cadcamcae.lv/>
5. <http://isicad.ru/ru/>

Формою підсумкового контролю успішності навчання є залік.

Засобами діагностики успішності навчання є система поточного, модульного та підсумкового контролю з курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання». Поточний контроль знань здійснюється за модульною системою та передбачає прослуховування лекцій та опрацювання самостійної роботи, проведення 3 письмових модульних контрольних робіт, захисту лабораторних робіт.

Додаток В

Форма № Н - 3.04

ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра загальноінженерних дисциплін

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
загальноінженерних дисциплін
д.пед.н., професор Райковська Г.О.
«____» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА КУРСУ

«Комп’ютерне конструювання та моделювання»

Напрямок підготовки: 6.050202 «Інженерна механіка»

Галузь знань: 0505 – «Машинобудування та матеріалобробка»

Факультет: Інженерної механіки

2013–2014 н.р.

Робоча програма «Комп'ютерне конструювання та моделювання» для студентів за напрямом підготовки 6.050502 «Інженерна механіка».

«___» _____ 20__ року. – 11 с.

Розробники: ст. викладач Головня В.Д.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри загальноінженерних дисциплін

Протокол від «___» _____ 20__ року № __.

Завідувач кафедри: д.пед.н., проф. Райковська Г.О.

_____ (Райковська Г.О.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <i>0505 – «Машинобудування та матеріалобробка»</i>	Варіативна (цикл природничо-наукової підготовки, професійної та практичної підготовки)	
	Напрямок підготовки <i>6.050502 «Інженерна механіка»</i>		
Модулів – 3	Спеціальність (професійне спрямування): –	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		2013-й	–
Індивідуальне науково-дослідне завдання –		Семестр	
Загальна кількість годин – 108		3-й	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 3	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		16 год.	–
		Практичні, семінарські	
		–	–
		Лабораторні	
		48 год.	–
		Самостійна робота	
		36 год.	–
		Індивідуальні завдання: – год.	
		Вид контролю: залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання: 64/36;

для заочної форми навчання: –.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення курсу полягає у формуванні у студентів конструкторсько-технологічних здібностей, загального уявлення про обраний фах на основі вимог підготовки фахівця в інженерній галузі.

Завданнями курсу є:

- розвиток* конструкторсько-технологічних здібностей студентів;
- засвоєння* студентами сучасної техніки автоматизованого проектування;
- засвоєння* студентами основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні;
- вивчення* всіх видів забезпечення систем автоматизованого проектування;
- засвоєння* методичних основ прийняття рішень при проектуванні;
- сприяння розвитку* навичок самоаналізу та саморегуляції поведінки.

Вимоги до знань та вмінь – після вивчення навчального курсу «Комп'ютерне конструювання та моделювання» студенти повинні:

Знати:

- класифікацію САПР, їх функції та характеристики;
- основи роботи в системі тривимірного моделювання;
- типи тривимірних моделей;
- основи тривимірного моделювання;
- основні операції зі створення геометричних елементів моделей;
- основи побудови креслеників;
- основні принципи створення тривимірних складань вузлів;
- основи роботи зі спеціальними бібліотеками системи КОМПАС-3D;
- основи побудови складальних креслеників;
- основи роботи зі специфікацією;
- основи створення технологічних процесів у САПР ТП Вертикаль;
- основи роботи з універсальним технологічним довідником;
- основи формування конструкторсько-технологічної документації.

Вміти:

- створювати тривимірні моделі деталей у системі КОМПАС-3D;
- використовувати спеціальні бібліотеки при побудові тривимірних моделей деталей;
- створювати кресленики деталей на основі їх тривимірних моделей;
- виконувати розрізи, перерізи тощо;
- оформляти кресленики згідно з вимогами СКД ДСТУ, ДСТУ ISO;
- створювати тривимірні складання вузлів;
- формувати складальні кресленики на основі тривимірних складань;
- працювати зі специфікаціями;
- розробляти технологічні процеси в САПР ТП Вертикаль;
- вибирати основні, допоміжні та контрольні інструменти при заповненні переходів операцій;
- вибирати технологічну оснастку;
- розраховувати режими обробки, нормувати час;
- створювати комплекти конструкторсько-технологічної документації;
- працювати з сервером системи САПР ТП Вертикаль.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. ОСНОВИ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Тема 1. Класифікація САПР відповідно до сфери застосування. Функції САПР. Характеристики CAE/CAD/CAM-систем.

Тема 2. Основи роботи в системі КОМПАС-3D. Моделі. Типи тривимірних моделей: каркасні, поверхневі, об'ємні.

Тема 3. Основи тривимірного моделювання. Основні операції зі створення геометричних елементів моделей в системі КОМПАС-3D. Робота з прикладними бібліотеками системи.

Тема 4. Побудова креслеників у системі КОМПАС-3D на основі тривимірних моделей деталей. Розрізи, перерізи, виносні елементи. Технічні вимоги.

Модуль 2

Змістовий модуль 2. ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНИХ СКЛАДАНЬ

Тема 5. Основні принципи створення тривимірних складань вузлів. Побудова деталей на місці. Побудова спряжень.

Тема 6. Використання бібліотеки стандартних виробів. Додавання стандартних виробів у складання. Створення об'єктів специфікації.

Тема 7. Основи створення складальних креслеників. Особливості побудови розрізів, перерізів та виносних елементів на складальних креслениках.

Тема 8. Основи роботи зі специфікаціями. Додавання розділів специфікації. Нанесення позиції елементів складальної одиниці та їх зв'язок зі специфікацією.

Модуль 3

Змістовий модуль 3. САПР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Тема 9. Основи роботи в САПР ТП Вертикаль, її зв'язок з системою тривимірного моделювання КОМПАС-3D.

Тема 10. Основи побудови технологічних процесів. Типові технологічні процеси.

Тема 11. Основи роботи з універсальним технологічним довідником. Операції, переходи, розрахунок режимів різання та нормування часу. Робота з ескізами.

Тема 12. Створення технологічної документації. Види комплектів документів та їх особливості.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. ОСНОВИ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ												
Тема 1. Класифікація САПР відповідно до сфери застосування. Функції САПР. Характеристики CAE/CAD/CAM-систем.	9	2		4		3						
Тема 2. Основи роботи в системі КОМПАС-3D. Моделі. Типи тривимірних моделей: каркасні, поверхневі, об'ємні.	9	2		4		3						
Тема 3. Основи	9	2		4		3						

тривимірного моделювання. Основні операції зі створення геометричних елементів моделей у системі КОМПАС-3D. Робота з прикладними бібліотеками системи.												
Тема 4. Побудова креслеників у системі КОМПАС-3D на основі тривимірних моделей деталей. Розрізи, перерізи, виносні елементи. Технічні вимоги.	9	2		4		3						
Разом за змістовим модулем 1	36	8		16		12						
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНИХ СКЛАДАНЬ												
Тема 5. Основні принципи створення тривимірних складань вузлів. Побудова деталей на місці. Побудова спряжень.	9	2		4		3						
Тема 6. Використання бібліотеки стандартних виробів. Додавання стандартних виробів у складання. Створення об'єктів специфікації.	9	2		4		3						
Тема 7. Основи створення складальних креслеників. Особливості побудови розрізів, перерізів та виносних елементів на складальних креслениках.	9	2		4		3						
Тема 8. Основи роботи зі специфікаціями. Додавання розділів специфікації. Нанесення позиції елементів складальної одиниці та їх зв'язок зі специфікацією.	9	2		4		3						
Разом за змістовим модулем 2	36	8		16		12						
Модуль 3												
Змістовий модуль 3. САПР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ												
Тема 9. Основи роботи в САПР ТП Вертикаль, її зв'язок з системою тривимірного моделювання КОМПАС-3D.	9	2		4		3						
Тема 10. Основи побудови технологічних процесів. Типові технологічні процеси.	9	2		4		3						
Тема 11. Основи роботи з універсальним технологічним довідником. Операції, переходи, розрахунок режимів різання та нормування часу. Робота з ескізами.	9	2		4		3						
Тема 12. Створення технологічної	9	2		4		3						

документації. Види комплектів документів та їх особливості.												
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	<i>36</i>	<i>8</i>		<i>16</i>		<i>12</i>						
Усього годин	108	24		48		36						

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Знайомство з системою КОМПАС-3D. Налаштування системи. Побудова тривимірної моделі деталі типу «Вилка».	4
2	Побудова тривимірної моделі деталі типу «Корпус».	4
3	Знайомство з прикладними бібліотеками системи. Побудова деталей типу «Вал» та «Колесо зубчасте».	4
4	Створення робочих креслеників деталей «Вилка», «Корпус» та «Колесо зубчасте». Оформлення креслеників згідно з СКД ДСТУ, ДСТУ ISO.	4
5	Створення тривимірних моделей деталей, що входять до складальної одиниці.	4
6	Створення робочих креслеників деталей, що входять до складальної одиниці.	4
7	Побудова тривимірного складання вузла. Робота з бібліотеками стандартних виробів.	4
8	Створення складального кресленника вузла. Заповнення специфікації.	4
9	Розробка технологічного процесу деталі типу «Колесо зубчасте». Створення ескізів.	4
10	Заповнення операції переходами, вибір основних, допоміжних та контрольних інструментів, технологічної оснастки.	4
11	Розрахунок режимів обробки та нормування часу.	4
12	Формування комплектів конструкторсько-технологічної документації. Збереження пакету технологічного процесу на сервері.	4
Разом		48

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Характеристики CAE/CAD/CAM-систем.	3
2	Підсистеми САПР і засоби їх забезпечення.	3
3	Особливості використання прикладних бібліотек системи КОМПАС-3D.	3
4	Параметризація в системі КОМПАС-3D. Створення параметричних моделей та креслеників.	3
5	Методи побудови поверхонь у системі КОМПАС-3D.	3
6	Створення технологічних процесів складань вузлів.	3
7	Автоматизація технологічної підготовки виробництва.	3
8	Технологія процесу проектування та конструювання.	3
9	Використання типових та групових технологічних процесів.	3
10	Використання довідника «Матеріали та Сортаменти».	3
11	Зв'язок САПР ТП Вертикаль з іншими продуктами фірми АСКОН.	3
12	Перспективи розвитку САПР технологічних процесів.	3
Разом		36

7. Індивідуальні завдання

Підготовка конструкторсько-технологічної документації згідно із затвердженими темами бакалаврських атестаційних робіт.

8. Методи навчання

Бесіда, співбесіда, пояснення, інтерактивні методи навчання.

9. Методи контролю

Під час вивчення курсу застосовуються поточний, модульний контроль і підсумковий контроль знань студентів. Останній здійснюється у формі заліку. Такий порядок контролю і оцінювання знань застосовується щодо студентів денної форми навчання. При заочному навчанні контроль і оцінювання знань є підсумковим та здійснюється в формі заліку.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і під час проведення заліку.

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

1. Поточний контроль. У процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок роботи в САПР КОМПАС-3D та САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, знань правил побудови тривимірних моделей та складань, їх креслеників, робота з технологічними процесами.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

- 1) систематичність та активність роботи на лекційних та лабораторних заняттях;
- 2) виконання завдань для самостійного опрацювання;
- 3) системність роботи студента на лабораторних заняттях;
- 4) виконання модульних (контрольних) завдань;
- 5) альтернативні завдання для підвищення рейтингу студента.

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень знань, продемонстрований в усних відповідях на лекціях та лабораторних заняттях, системність при проведенні лабораторних робіт, результати експрес-контролю.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в цілому чи окремих питань, написання наукової реферативної роботи, презентацій.

При виконанні модульних (контрольних) завдань оцінці підлягають: тести, виконання практичних завдань під час проведення контрольних робіт, виконання наукової реферативної роботи, інші завдання.

2. Система підсумкового контролю.

Формою підсумкового контролю з курсу є залік.

Залік проводиться у практичній формі. Студент має право не складати залік і отримати оцінку за результатами МКР, якщо він виконав усі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною шкалою) підсумкову оцінку.

Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами МКР, він повинен скласти залік.

3. Перелік завдань на залік.

На залік виносяться вузлові питання, завдання, що потребують конструкторсько-технологічного підходу та вміння синтезувати набуті знання. Заліковий білет складається з трьох завдань.

Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни, питань для проведення лабораторних занять.

До основних методів контролю відносим:

- опитування;
- захист теми;
- тестування;
- перевірка конспектів;
- реферативні повідомлення;
- залік.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Загальна кількість балів, за якими оцінюється вся поточна робота, розподіляється між об'єктами контролю таким чином:

Поточний:

- | | |
|--|----------|
| – активна участь у роботі лекційного заняття | 1 бал; |
| – 3 письмові модульні контрольні роботи | 21 бал; |
| – письмова самостійна реферативна робота | 5 балів; |
| – лабораторні роботи: | |

звіт з лабораторних робіт	48 балів;
індивідуальна робота	5 балів;
– залік	20 балів;
Всього	100 балів;

Мінімальна кількість балів, отримавши які, студент допускається до заліку 60 балів.

Поточне тестування та самостійна робота													Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовний модуль № 1				Змістовний модуль № 2				Змістовний модуль № 3						
T1-T2	T3	T4	МКР1	T5-T6	T7	T8	МКР2	T9	T10	T11	T12	МКР3		
9	4	4	10	9	4	4	10	4	4	4	4	10	20	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою	За 100-бальною шкалою
A	відмінно	90–100
B	добре	82–89
C		74–81
D		64–73
E	задовільно	60–63
FX		35–59
F	Незадовільно, з обов'язковим перескладанням повного курсу	0–34

11. Порядок ліквідації академічної заборгованості з дисципліни

Студенти, які набрали за результатами поточного контролю від 0 до 34 балів, зобов'язані написати заяву на повторне вивчення дисципліни. Дозволяється написати заяву на індивідуально-консультаційну роботу з викладачем і згідно з направленням деканату отримувати та здавати викладачеві під час консультацій виконані завдання, модулі тощо та набрати бали поточної успішності і в кінці семестру, згідно з графіком, затвердженим деканом, отримати підсумковий модульний контроль.

Студенти, які набрали за результатами поточного контролю від 35 до 59 балів, зобов'язані написати заяву на індивідуально-консультаційну роботу з викладачем і згідно з направленням деканату отримувати та здавати викладачеві під час консультацій виконані завдання, модулі тощо та набрати бали поточної успішності і в кінці семестру, згідно з графіком, затвердженим деканом, отримати підсумковий модульний контроль.

11. Методичне забезпечення

1. Райковська Г.О. Використання системи КОМПАС-3D для виконання практичних робіт з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»: методичні вказівки [Електронний ресурс] / Г.О. Райковська, В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 59 с. – Режим доступу : <http://lib.ztu.edu.ua/ftextslocal/zagtech/metod.pdf>

12. Рекомендована література

Основна література

1. Большаков В. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor / В. Большаков, А. Бочков. – СПб. : Питер, 2012. – 304 с.
2. Высогорец Я.В. САПР ТП «Вертикаль» : учебное пособие для самостоятельной работы / Я.В. Высогорец. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2012. – 48 с.
3. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D / Н.Б. Ганин. – М. : ДМК-Пресс, 2012. – 784 с.
4. Кондаков А.И. САПР технологических процессов : учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. «Технология машиностроения» направления подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / А.И. Кондаков. – 3-е изд., стер. – М. : Академия, 2010. – 272 с.
5. Митрофанов В.Г. САПР в технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / В.Г. Митрофанов и др. – Ярославль : ЯГТУ, 1995. – 298 с.

Додаткова література

1. Ганин Н.Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС-3D V12: для изучения и практ. освоения систем автоматизир. проектирования в рамках образоват. программы компании АСКОН / Н.Б. Ганин ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – М. : ДМК Пресс, 2010. – 360 с.
2. Кидрук М.И. Компас-3D V10 на 100% / М.И. Кидрук. – СПб. : Питер, 2009. – 500 с.
3. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
4. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование / А. Потемкин. – М. : КомпьютерПресс, 2002. – 296 с.
5. Решения Аскон. Технологическая подготовка производства в машиностроении. – Изд-во Аскон, 2011. – 18 с.
6. Универсальный технологический справочник: руководство пользователя. – Изд-во Аскон, 2008. – 152 с.
7. Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении / А.А. Черепашков, Н.В. Носов. – Волгоград : Ин-Фолио, 2009. – 640 с.

13. Інформаційні ресурси

1. <http://tmkts.ztu.edu.ua>
2. <http://www.ascon.ru>
3. <http://www.sapr.ru/>
4. <http://www.cadcamcae.lv/>
5. <http://isicad.ru/ru/>

*Додаток Д***Приклад лекційного заняття****МОДУЛЬ 2****Лекція № 5 на тему: Основні принципи створення тривимірних складань вузлів. Побудова деталей на місці. Побудова спряжень**

Мета: формування в студентів конструкторсько-технологічних здібностей, засвоєння основ роботи в сучасних програмних продуктах, що використовуються при автоматизованому проектуванні.

Основна проблема: свідоме засвоєння специфіки методів побудови тривимірних складань вузлів у системі КОМПАС-3D.

Провідна ідея: усвідомлення студентами, що професійні вміння, технічна творчість знаходяться в тісному взаємозв'язку з умінями працювати в САПР.

Обладнання: комп'ютер зі встановленою САПР КОМПАС-3D, проектор, екран.

Вступ

Складання в КОМПАС-3D – тривимірна модель, що об'єднує моделі деталей, окремих складань та стандартних виробів і містить інформацію про взаємне положення цих компонентів, а також залежності між параметрами їх елементів.

Користувач задає вміст складання вузла шляхом внесення в неї нових компонентів або видалення вже існуючих. Моделі компонентів записані в окремих файлах на диску. У файлі складання зберігаються посилання на ці компоненти.

Користувач може вказувати взаємне положення компонентів складання, задавши параметричні зв'язки між їх гранями, ребрами та вершинами (наприклад, співпадіння граней двох деталей або співвісність втулки та отвору). Ці параметричні зв'язки називаються **спряженнями**.

У складанні можна виконувати операції, що імітують обробку виробу в зібраному виді (наприклад, створити отвір, що проходить через усі компоненти складання, або відсікти його частину площиною).

Як і в деталі, в складанні можлива побудова тіл, виконання над ними булевих операцій, задання для них густини.

Для розрахунку масо-центрових характеристик (МЦХ) складання вузла можна використовувати значення густини або мас, що записані в файлах компонентів, а можна задати спеціальні значення, які будуть зберігатися в файлі складання.

Проектування «знизу вгору»

Якщо в файлах на диску існують всі компоненти, з яких буде складатися вузол то їх можна вставити в складання, а потім встановити необхідні спряження між ними. Цей спосіб проектування нагадує дії слюсаря-складальника, який послідовно додає в складання деталі та вузли і встановлює їх взаємне положення (рис. В1).

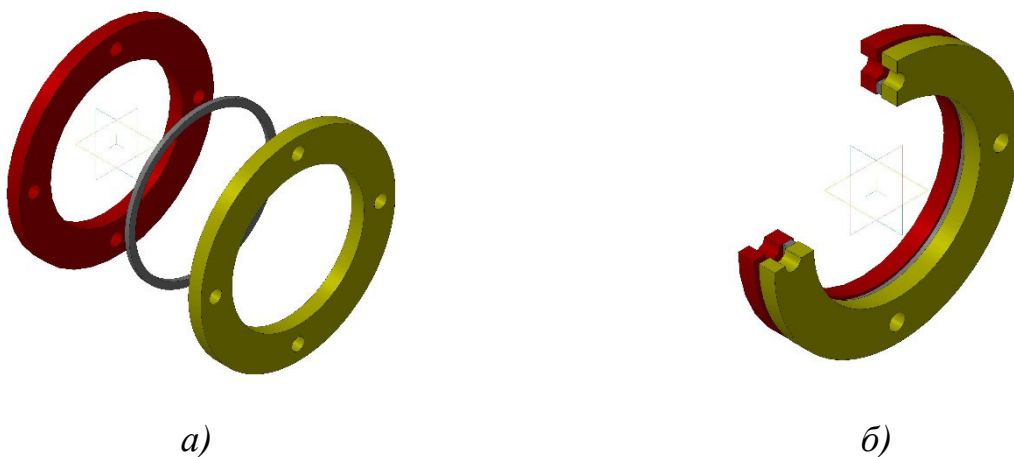


Рис. В1. Приклад проектування «знизу вгору»:

а) вставлені деталі в складання; б) зібраний вузол

Незважаючи на явну простоту, такий порядок проектування застосовується вкрай рідко і тільки при створенні вузлів, які складаються з невеликої кількості деталей. Це викликано тим, що форма та розміри деталей в вузлах завжди взаємопов'язані. Для моделювання окремих деталей з метою наступного їх «складання» потрібно точно уявляти їх взаємне положення та топологію виробу у

цілому, враховувати, пам'ятати (або спеціально записувати) розміри одних деталей для того, щоб залежно від них встановлювати розміри інших деталей.

Для ілюстрації порядку проектування «знизу вгору» можна провести таку аналогію з процесом створення конструкторської документації: проектування «знизу вгору» подібне до компоновання складального кресленика з готових креслеників деталей. У випадку «нестиків» яких-небудь деталей потрібно внести зміни у їх кресленики і тільки потім виправити компоновання.

Проектування «зверху вниз»

Якщо компоненти ще не існують, їх можна моделювати прямо в складанні. При цьому перший компонент (наприклад, деталь) моделюється в звичайному порядку, а при моделюванні наступних компонентів використовуються існуючі (рис. В2).

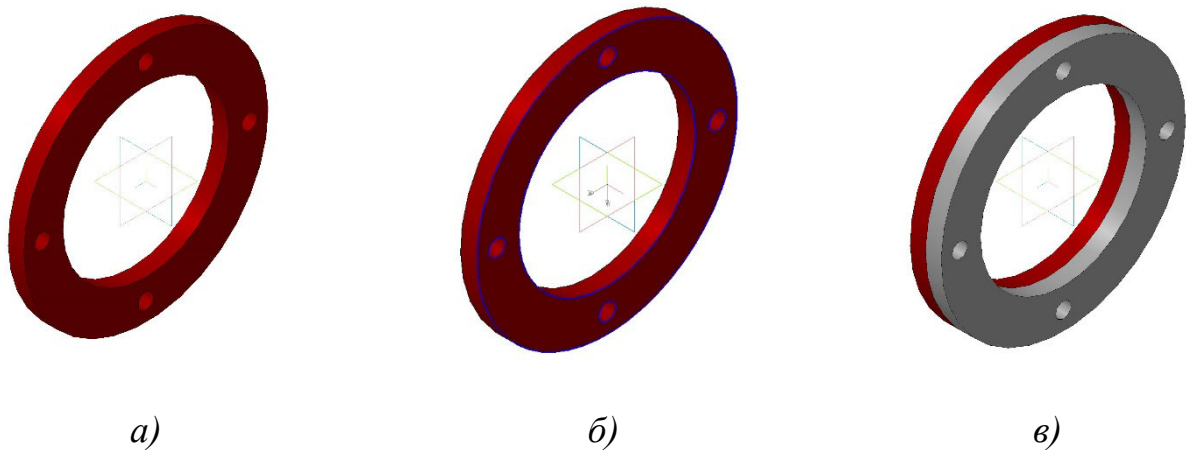


Рис. В2. Приклад проектування «зверху вниз»:

- а) вставлено першу деталь в складання; б) побудовано ескіз другої деталі, що повторює контури першої (команда *Спроецировать объект*);
- в) побудована друга деталь (команда *Операция выдавливания*)

Наприклад, ескіз основи нової деталі створюється на грані існуючої деталі та повторює її контур, а траєкторією цього ескізу при виконанні кінематичної операції

стає ребро іншої деталі. У цьому випадку асоціативні зв'язки між компонентами виникають прямо в процесі побудови і надалі при редагуванні одних компонентів інші перебудовуються автоматично.

Окрім автоматичного утворення асоціативних зв'язків, відбувається й автоматичне визначення більшості параметрів компонентів, що позбавляє користувача від необхідності пам'ятати чи самостійно вираховувати ці параметри.

Наприклад, товщина прокладки, що створюється безпосередньо в складанні, автоматично підбирається так, щоб вона заповнювала простір між деталями (при проектуванні «знизу вверху» користувачеві довелося б вираховувати відстань між деталями і задати відповідну їй товщину прокладки). Якщо в результаті редагування моделей відстань між деталями зміниться, то товщина прокладки також автоматично зміниться (якщо модель була побудована окремо, її товщина залишиться постійною і при перебудові сусідніх деталей може виявитися, що прокладка не заповнює проміжок між ними, або, навпаки, перетинає тіла деталей) (рис. В3).

Такий порядок проектування є більш доцільним у порівнянні з проектуванням «знизу вверху», оскільки він дозволяє автоматично визначати параметри і форму взаємопов'язаних компонентів та створювати параметричні моделі типових виробів.

Якщо структура складання вузла ще не визначена, то можна створювати в ній не деталі, окремі складання, а тіла. Потім тіла можна зберегти як деталі, а деталі за необхідності об'єднати в окремі складання.

Застосовуючи запропоновану в попередньому розділі аналогію з процесом креслення, можна сказати, що при проектуванні «зверху вниз» спочатку створюється складальний кресленик виробу, а вже потім (на його основі) – кресленик деталі.

Змішаний спосіб проектування

На практиці найчастіше використовується змішаний спосіб проектування, що поєднує в собі прийоми проектування «зверху вниз» та «знизу вверху».

У складання вставляються готові моделі компонентів, що визначають їх основні характеристики, а також моделі стандартних виробів. Наприклад, при проектуванні редуктора спочатку створюються моделі окремих деталей зубчатих коліс, потім ці деталі вставляються в складання і проводиться їх компонування. Інші компоненти (наприклад, корпус, кришки та інші деталі, що оточують колеса та залежать від їх розміру та положення) створюються «на місці» з урахуванням положення та розмірів навколишніх компонентів.

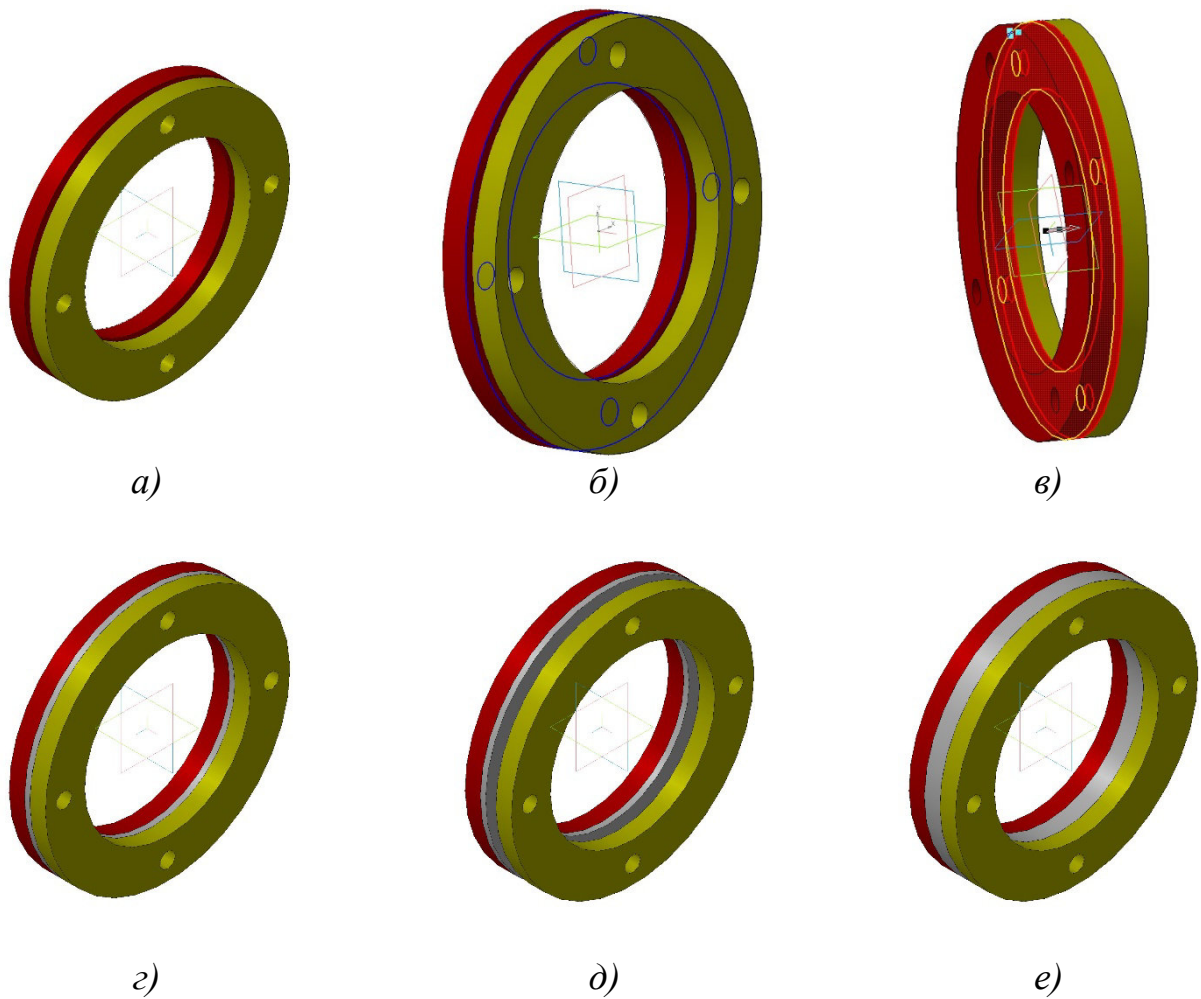


Рис. В3. Приклад створення прокладки з автоматичним визначенням товщини:

- а) деталі, між якими потрібно побудувати прокладку (зазор – 5 мм); б) ескіз прокладки, що повторює контури першої деталі (команда Спроецировать объект); в) побудова прокладки (команда Операція выдавливания) до поверхні другої деталі; г) побудована прокладка; д) змінено відстань між деталями (зазор – 15 мм);*

е) товщина прокладки автоматично змінилася після оновлення складання

Тіла та операції з тілами в складанні

У складаннях присутні операції створення та редагування тіл.

Тіла, побудовані в складанні, розташовуються на першому рівні **Дерева сборки** (при відображенні в ньому структури моделі).

Операції видалення матеріалу, наприклад, **Вырезать выдавливанием**, можуть застосовуватися як до тіл, що побудовані в самому складанні, так і до тіл компонентів. Зверніть увагу на те, що якщо операція видалення матеріалу змінює компонент, то результат операції не передається в файл цього компонента, а зберігається в складанні (рис. В4).

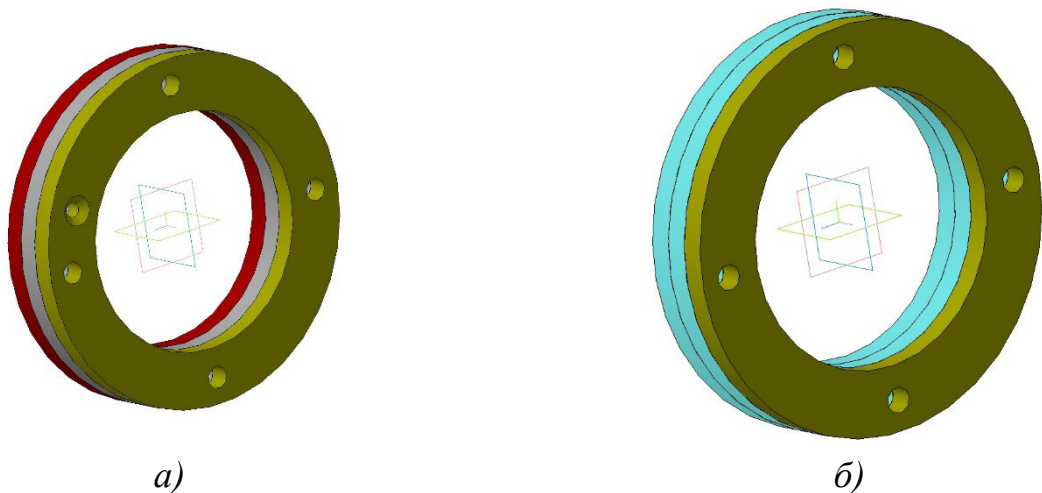


Рис. В4. Операції з тілами в складанні:

а) додано отвір; б) тіло деталі при редагуванні на місці

Наприклад, у складанні за допомогою команди **Отверстие** створено отвір, що проходить через компонент. Однак якщо відкрити файл цього компонента (або перейти в режим редагування компонента на місці), то буде видно, що тіло компонента ціле. Одну й ту ж саму модель можна вставляти в різні складання та виконувати в них різні операції – це не призведе до зміни файла цієї моделі на

диску. У той же самий час зміни моделі, які виконані при редагуванні файла цієї моделі, передаються в усі складання, які містять її в якості компонента.

Додавання компонентів у складання

Моделювання складання починається, як правило, з додавання в неї компонентів – деталей, окремих складань вузлів, стандартних виробів.

Команди додавання компонентів розміщені в меню **Операции**, а кнопки для їх виклику – на панелі **Редактирование сборки**.

У файлі кожного компонента містяться данні про його масу та положення центра мас. Вони використовуються за замовчуванням для розрахунку МЦХ складання. За необхідності в складанні можна задати та використати інші значення цих параметрів.

Якщо складання буде містити декілька однакових компонентів, то після вставлення першого з них його можна скопіювати потрібну кількість разів. Якщо потрібно, щоб копії компонента розташовувалися відповідним чином (наприклад, уздовж деякої кривої чи утворювали сітку з заданими параметрами), доцільніше скористатися командами створення масивів.

Переміщення та повертання компонентів

Після вставлення компонента ви можете задати його положення та орієнтацію в складанні, а також його положення відносно інших компонентів.

Спряження компонентів

Після того як у складанні будуть створені (додані) всі компоненти і тіла, можна розпочинати створення спряжень (рис. В5).

Спряження – це зв'язок між компонентами та тілами складання.

Наприклад, після накладення спряження **Параллельность** на дві грані різних компонентів вони стають спряженими. Положення компонентів змінюється таким чином, що вибрані грані стають паралельними. Надалі при будь-якому переміщенні

одного зі спряжених компонентів інший автоматично буде переміщуватися так, щоб паралельність граней зберігалася.

У спряженнях можуть брати участь координатні площини та вісі, початки координат, грані, ребра, вершини тіл і поверхонь (у тому числі побудованих у складанні), точки, вершини кривих, сегменти ломаних, дуги, графічні об'єкти в ескізах, а також допоміжні вісі та площини, локальні системи координат.

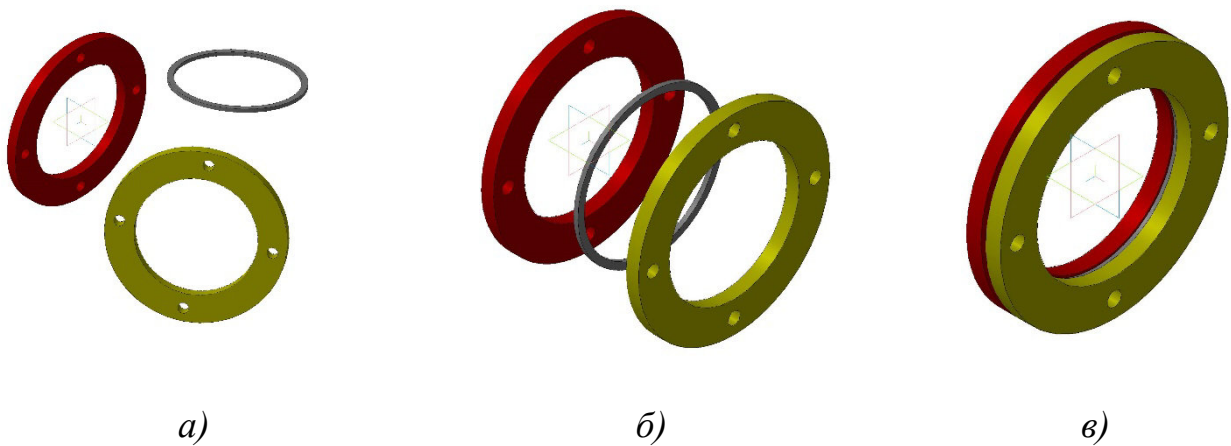


Рис. В5. Спряження компонентів складання:

*а) вставлені деталі в складання; б) виконано спряження Співвісність деталей;
 в) виконано спряження Дотик деталей*

У КОМПАС-3D можна задати такі спряження:

1. Позиціонуюче спряження (певним чином фіксує один об'єкт складання відносно іншого):

- співпадіння;
- дотик;
- співвісність;
- паралельність;
- перпендикулярність;
- розташування елементів на вказаній відстані;
- розташування елементів під заданим кутом.

2. Спряження механічного зв'язку (визначає закон руху одного об'єкта вузла відносно іншого при русі будь-якого з них):

- обертання – обертання;
- обертання – переміщення;
- кулачок – штовхач.

Булеві операції над деталями

Деталі, що входять до складу вузла, можна «віднімати» одну з одної, а також «склеювати».

Булеві операції над деталями можливі, лише якщо вони містять по одному тілу. Для багатотільних деталей виконання булевих операцій недоступне.

Редагування складання

Зазвичай складання в КОМПАС-3D є параметричним (тобто в ньому існують параметричні зв'язки та обмеження). Якщо зв'язки та обмеження, наявні в моделі, порушуються, то в ній виникають протиріччя, для усунення яких потрібно перебудувати модель.

Як правило, параметричні зв'язки та обмеження, що наявні в складанні, порушуються в результаті його редагування. Наприклад, два компонента були спряжені так, щоб грань одного з них торкалася циліндричної поверхні іншого. Потім другий компонент було відредаговано, і його циліндрична грань, що брала участь у спряженні, перетворилася в конічну. Зрозуміло, що в зв'язку з цим положення іншого компонента повинне змінитися. Однак він залишається на попередньому місці. Щоб компонент зайняв таке положення, при якому існуюче спряження (дотикання поверхонь) не порушувалося, модель потрібно перебудувати. Або, наприклад, у складанні було побудовано вісь, що проходить через вершину компонента. Потім компонент було переміщено так, що положення цієї вершини змінилося. Однак вісь, що базувалася на ній, залишилася на попередньому місці. Щоб вісь зайняла правильне положення, потрібно перебудувати модель.

У деяких випадках система автоматично визначає, що модель потребує перебудови, і видає відповідний запит. Наприклад, запит на перебудову з'являється на екрані після повернення з режиму редагування компонента в режим редагування складання, що містить цей компонент.

У вікні запиту перераховано компоненти, редагування яких призвело до неузгодженості зв'язків між об'єктами.

Якщо потрібно перебудувати складання, натисніть кнопку «Да» діалогу. В результаті всі об'єкти перебудуються та/або переміщуються так, щоб їх форма, параметри та положення відповідали положенню опорних об'єктів та не суперечили накладеним на них спряженням.

У випадку коли у вузлі присутня велика кількість компонентів, його перебудова може тривати значний час. Тому якщо необхідно відредагувати декілька компонентів складного вузла, доцільно перебудувати його один раз – після внесення всіх змін (а не щоразу після редагування окремого компонента).

Щоб відкласти перебудову, натисніть кнопку «Нет» діалогу. Запит на перебудову складання зникне, а піктограми елементів або компонентів, які є причиною протиріччя, що виникли, будуть помічені в **Дереве модели** червоною «галочкою». «Галочки» також можуть виникнути в **Дереве модели** після зміни положення компонента або значення змінної, що відповідає параметру елемента.

Перебудувати складання можна в будь-який момент. Для цього викличте команду **Вид – Перестроить**.

Примітка: заняття супроводжується демонстрацією матеріалу викладачем за допомогою мультимедійних засобів (комп'ютер, проектор, екран) безпосередньо в системі КОМПАС-3D.

Додаток Е

Нанесення розмірів на деталі для обробки на верстатах з ЧПУ

При розробці робочої програми для верстата з ЧПУ необхідно враховувати не тільки правильність нанесення розмірів, а й їх кількість.

Кількість розмірів – величина стала для кожної окремої деталі і не залежить від способу їх нанесення. Практика показує, що на навчальних креслениках розмірів, як правило, значно менше, ніж вимагається для виготовлення деталі. Таке явище виникає тому, що студент не володіє методикою виявлення необхідної кількості розмірів.

Дана методика полягає у тому, що деталь подумки розбивається на елементарні геометричні форми і підраховується необхідна для неї кількість розмірів. Далі встановлюється кількість розмірів, яка визначає взаємне розташування цих елементів. Загальна кількість розмірів буде дорівнювати сумі тих, які отримані раніше.

Підрахунок кількості розмірів можна спростити, звівши його до формального підрахунку ліній на кресленику.

Усі розміри на кресленику деталі умовно поділяємо на дві групи: розміри, що визначають елементарні форми поверхні деталі (параметри форми), і розміри, які визначають положення у просторі цих форм (параметри положення).

У курсі інженерної графіки, як правило, зустрічаються циліндричні, конічні та торові поверхні. Для циліндричної поверхні обертання параметром форми буде діаметр (радіус), конічна поверхня обертання має два параметри форми – діаметр перетину і конусність чи діаметр перетину і кут між твірними (між твірною і віссю). Поверхня тора може бути задана діаметром (радіусом) траєкторією центра твірної кола.

На деталях ці поверхні часто знаходяться у сполученні, тому кількість параметрів форми може зменшуватися за рахунок співпадіння їх елементів. Наприклад, співвісні конічна і циліндрична поверхні мають загальний діаметр

основи, таким чином, у цьому випадку конічна поверхня буде визначена одним параметром – конусністю (кутом між твірними).

Кількість розмірів, що визначають взаємне розташування елементарних форм деталі в кожному координатному напрямку можна визначити (параметри положення) з простої залежності:

$$n = m - 1 - t,$$

де m – кількість паралельних площин, осьових і центрових ліній (включно вісі симетрії) і точок, які підлягають координації у заданому напрямку (до їх числа не слід включати точки, отримані побудовою на основі достатніх на кресленику умов, наприклад, центри спряжень); t – кількість пар симетричних елементів, що не повторюються.

Загальна кількість розмірів на кресленику:

$$N = n_x + n_y + n_z + P,$$

де n_x, n_y, n_z – кількість параметрів положення у кожному з координатних напрямків; P – загальна кількість параметрів форми.

Приклад розрахунку кількості розмірів для деталей типу «Вал» і «Пластина»

Завдання: Підрахувати кількість розмірів для деталі типу «Вал» (рис. E2).

Розв'язання

Деталь утворена поверхнями обертання і повздовж її осі відсутня симетрія. Отже, формула з визначення параметрів положення набуде вигляду:

$$n = m - 1, \text{ оскільки } t = 0.$$

Лінії, які потрібно обчислити, на рис. E2 помічені цифрами, їх усього вісім ($m = 8$). Таким чином, розмірів положення вала по довжині сім.

Кількість параметрів форми визначається п'ятьма циліндричними поверхнями і двома фасками під кутом 45° . Отже, кількість параметрів форми $P = 7$ (для фасок враховано тільки кут 45°):

$$N = n + P = 7 + 7 = 14.$$

На кресленіку за рахунок того, що є однакові розміри, загальна кількість їх зменшується на два розміри.

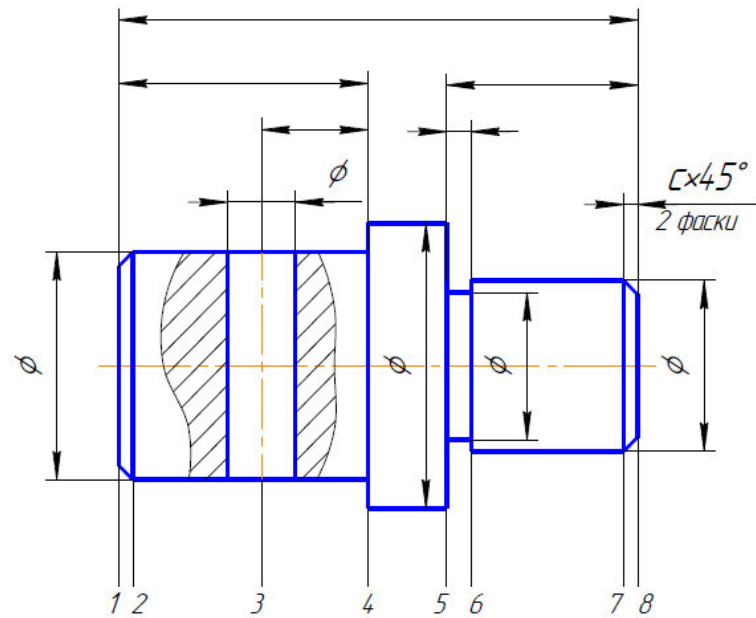


Рис. Е2. Деталь типу «Вал»

Завдання: Підрахувати кількість розмірів для деталі типу «Пластина» (рис. Е3).

Розв'язання

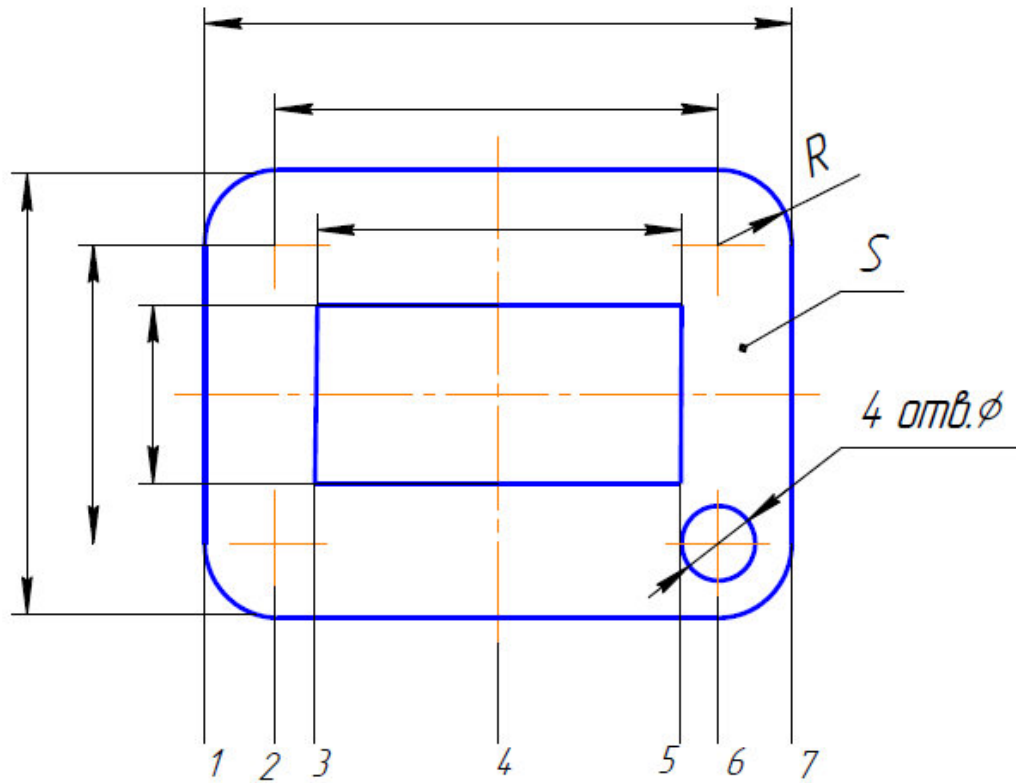


Рис. ЕЗ. Деталь типу «Пластина»

Деталь має три площини симетрії. Кількість параметрів форми $P = 2$ (діаметр отворів і радіус округлень).

$m_x = 7$; $m_y = 7$ (за аналогією з m_x);

$m_z = 3$ (дві площини, які вказують обриси деталі і вісь симетрії);

$t_x = 3$ (пари симетричних елементів 1 і 7, 2 і 6, 3 і 5, що не повторюються;

$t_z = 1$.

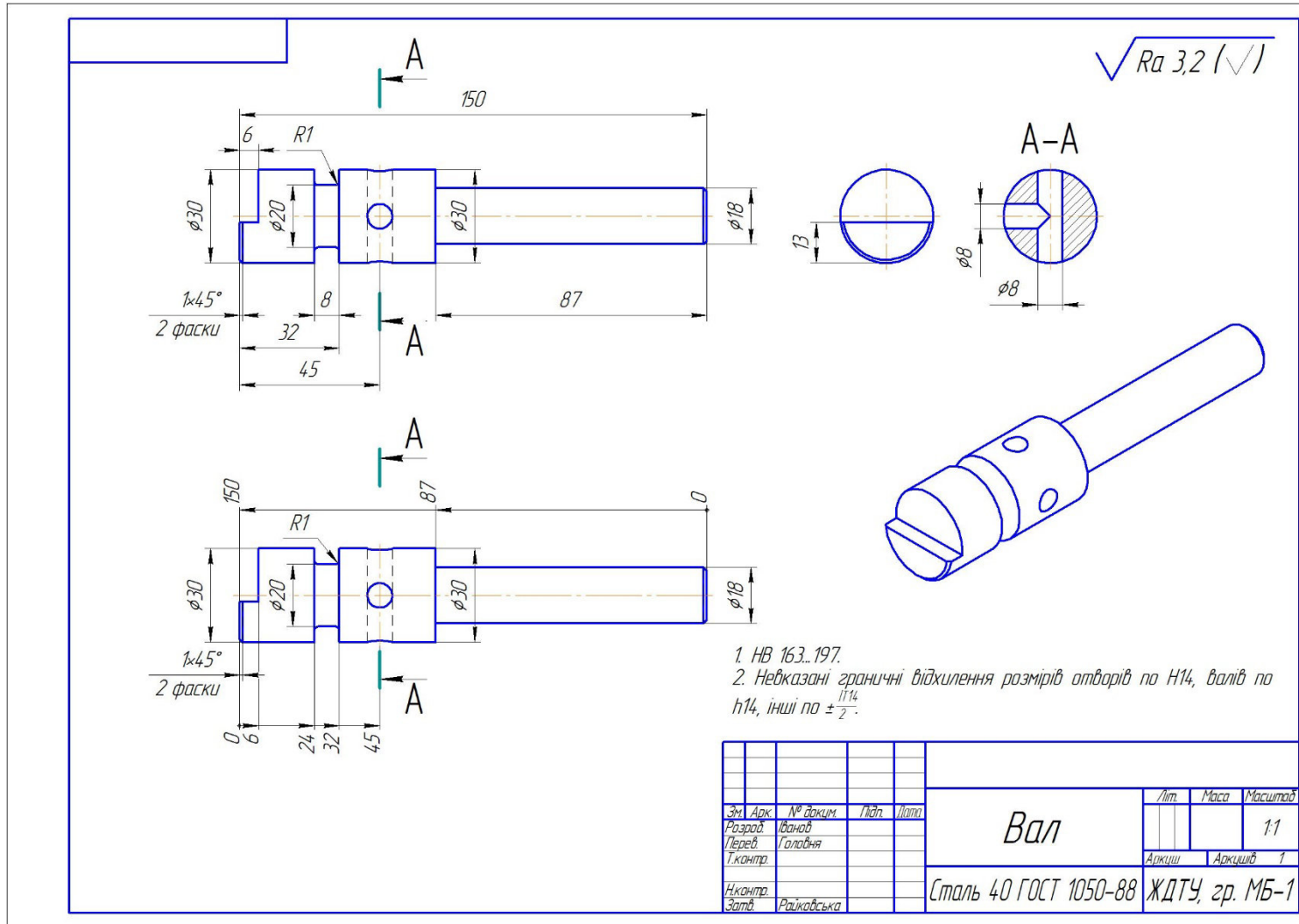
Таким чином, $n_x = 7 - 3 - 1 = 3$; $n_y = 3$; $n_z = 1$;

$$N = 3 + 3 + 1 + 2 = 9.$$

На кресленіку нанесено дев'ять розмірів (рис. ЕЗ).

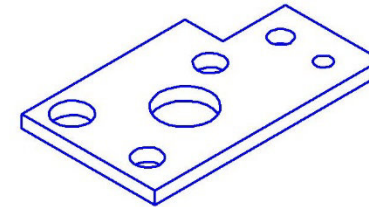
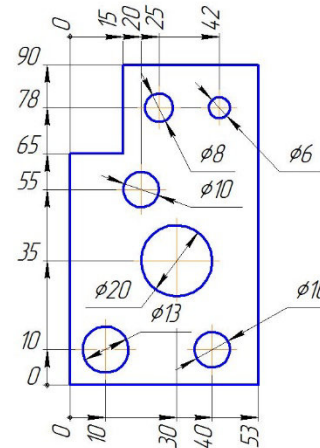
Додаток Ж

Приклади нанесення розмірів деталей типу «Вал» та «Пластина» традиційним (комбінованим) та координатним (для написання програми керування верстата з ЧПУ) способами



Technical drawing of a mechanical part with the following dimensions and features:

- Overall Dimensions:**
 - Width: 53
 - Height: 90
- Top Section:**
 - Top edge segments: 15, 10, 17
 - Right edge segment: 55
 - Two holes: $\phi 8$ and $\phi 6$
- Left Section:**
 - Vertical segments: 23, 20, 25, 10
 - Horizontal segment: 20
 - Internal horizontal segment: 30
 - Holes: $\phi 10$ and $\phi 20$
- Bottom Section:**
 - Bottom edge segments: 10, 30
 - Holes: $\phi 13$ and $\phi 10$



2. Невказані граничні відхилення розмірів отворів по H14, валів по h14, інші по $\pm \frac{IT14}{2}$.

Эм Арк.	№ докум.	Міст	Лист		
Розроб.	Іванов			<i>Пластина</i>	Лит
Перев.	Головня				Маса
І кантр.					Масштаб
Нкантр.				Аркуси	Аркуші
Затв.	Раїковська				1
				Сталь 40 ГОСТ 1050-88	ЖДТУ, гр. МБ-1

*Додаток 3***Приклад творчого (конструкторського) завдання**

Завдання: за вказаною заготовкою (рис. И1) доопрацювати форму деталі типу «Вал», «Палець», використовуючи конструктивні елементи: лиски, проточки, канавки, отвори у різних сполученнях, розробити тривимірну модель деталі та її кресленик. Роботу виконати в САПР КОМПАС-3D з використання необхідних бібліотек.

Для виконання такого завдання кожному студентові необхідно прагнути скласти свою унікальну конфігурацію деталі.

Під час виконання необхідно користуватися методичними вказівками [1] та за необхідності звертатися до викладача для отримання консультації.

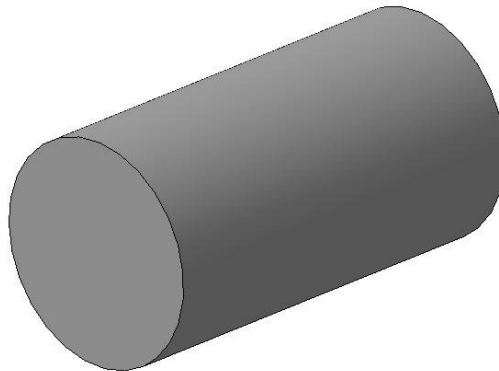


Рис. И1. Заготовка: $\varnothing 45$ мм, $L=85$ мм, матеріал – Сталь 40 ГОСТ 1050–88

Приклад виконаної роботи показано рис. И2.

Список рекомендованої літератури:

1. Райковська Г.О. Використання системи КОМПАС-3D для виконання практичних робіт з курсу «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» : методичні вказівки [Електронний ресурс] / Г.О. Райковська, В.Д. Головня. – Житомир : ЖДТУ, 2013. – 59 с. – Режим доступу : <http://lib.ztu.edu.ua/ftextslocal/zagtech/metod.pdf>

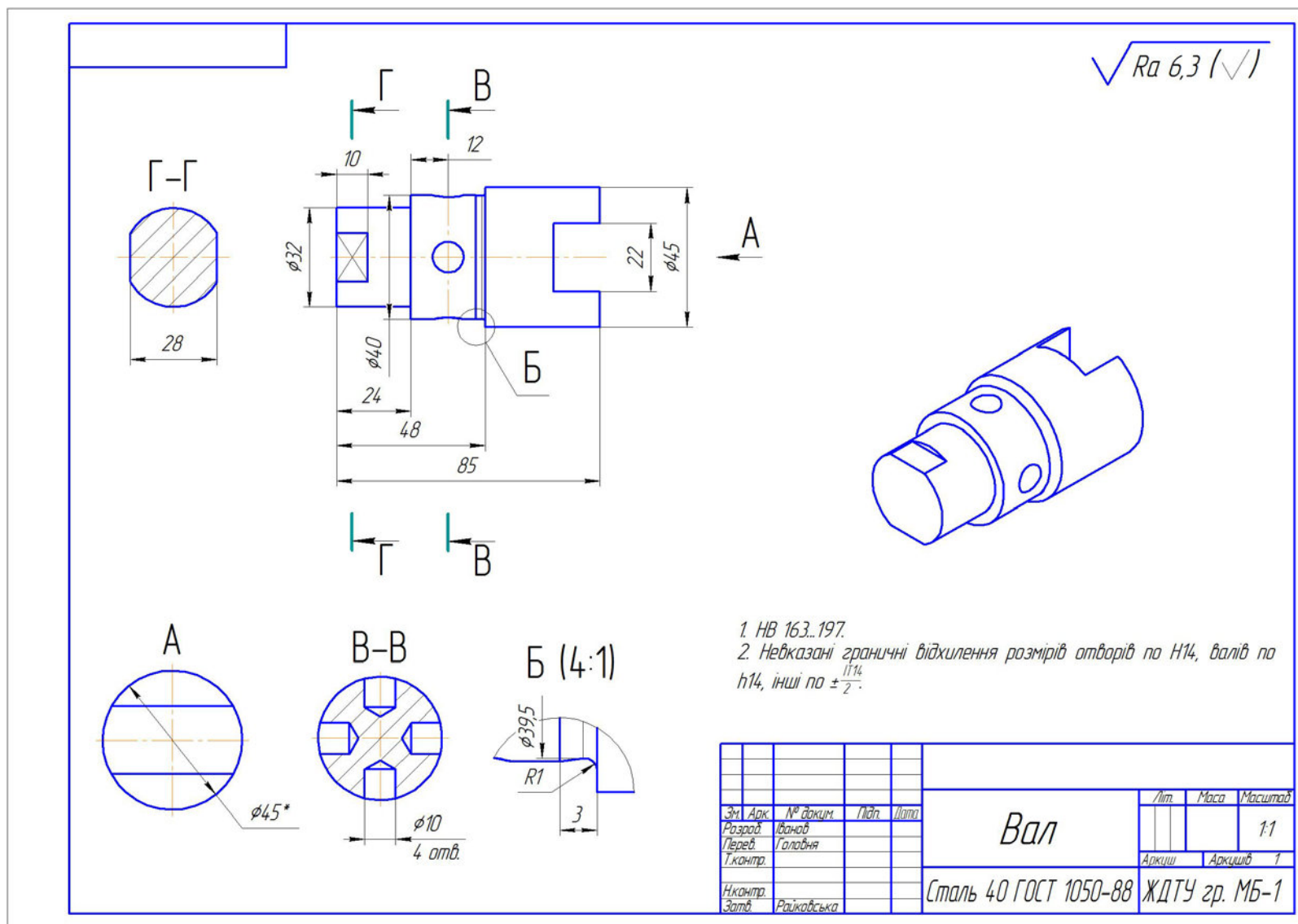


Рис. И2. Приклад виконаної роботи

Додаток И

Вихідні дані для виконання конструкторської та технологічної частин завдання

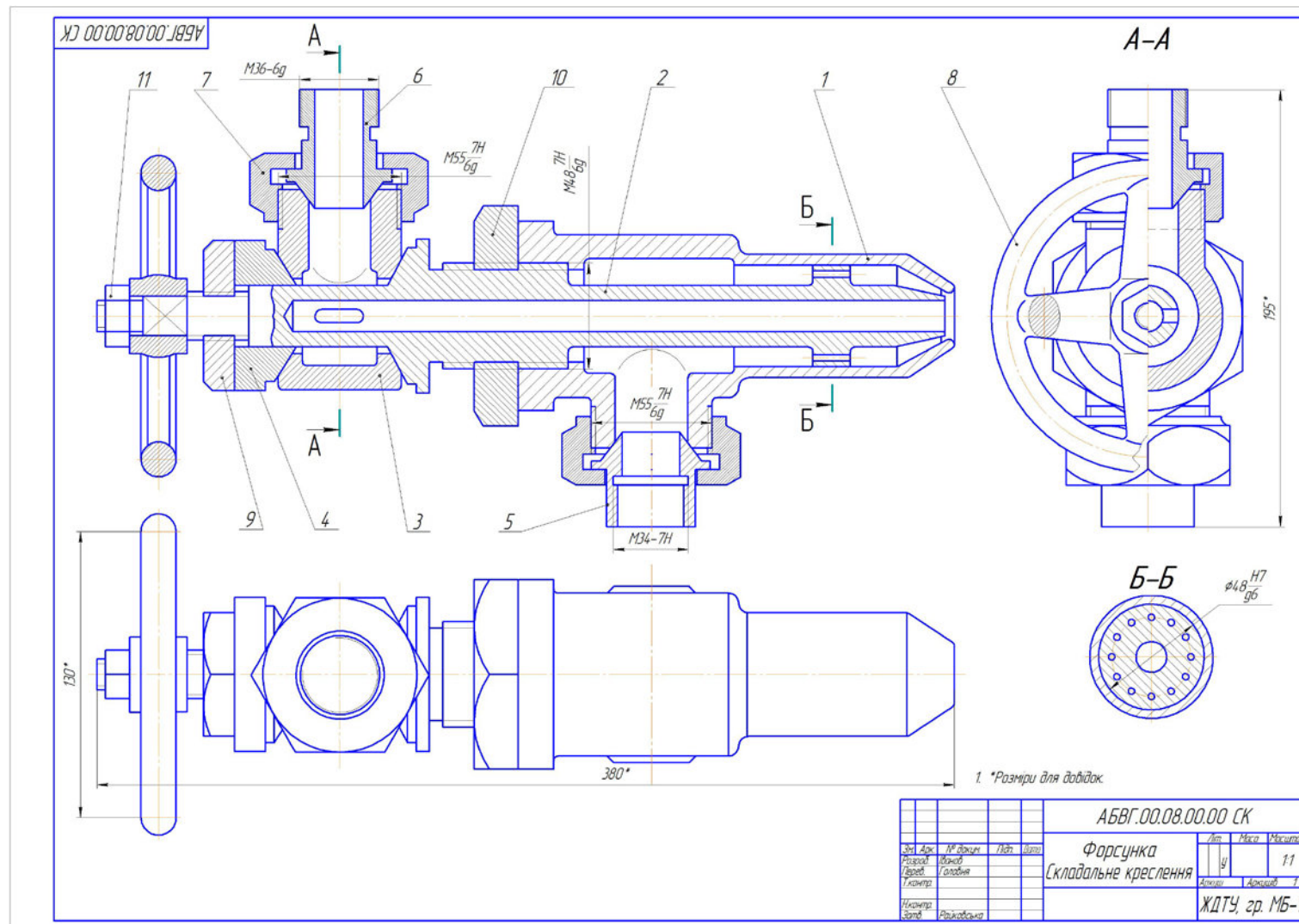


Рис. И1. Складальний кресленик вузла «Форсунка»

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк	Примітка																																				
				<u>Документація</u>																																						
A2			АБВГ.00.08.00.00 СК	Складальне креслення																																						
				<u>Деталі</u>																																						
A3	1		АБВГ.00.08.00.01	Корпус Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79	1																																					
A3	2		АБВГ.00.08.00.02	Сопло Бр05Ц5С5 ГОСТ-613-79	1																																					
A3	3		АБВГ.00.08.00.03	Трійник Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79	1																																					
A4	4		АБВГ.00.08.00.04	Конус Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79	1																																					
A4	5		АБВГ.00.08.00.05	Ніпель Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79	1																																					
A4	6		АБВГ.00.08.00.06	Ніпель Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79	1																																					
A3	7		АБВГ.00.08.00.07	Гайка накидна Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79	2																																					
A3	8		АБВГ.00.08.00.08	Маховик Ст3 ГОСТ 380-71	1																																					
A4	9		АБВГ.00.08.00.09	Гайка Ст3 ГОСТ 380-71	1																																					
A4	10		АБВГ.00.08.00.10	Гайка Ст3 ГОСТ 380-71	1																																					
				<u>Стандартні вироби</u>																																						
	11			Гайка М12.5 ГОСТ 5915-70	1																																					
<table border="1"> <tr> <td>Зм.</td><td>Арк.</td><td>№ докум.</td><td>Підп.</td><td>Дата</td><td colspan="2" rowspan="4"> <div>АБВГ.00.08.00.00</div> <div>Форсунка</div> </td></tr> <tr> <td>Розроб.</td><td>Іванов</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Перев.</td><td>Головня</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Н.контр.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Затв.</td><td>Райковська</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"> <div>Літ.</div> <div>Аркцш</div> <div>Аркушів</div> </td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>							Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<div>АБВГ.00.08.00.00</div> <div>Форсунка</div>		Розроб.	Іванов				Перев.	Головня				Н.контр.					Затв.	Райковська				<div>Літ.</div> <div>Аркцш</div> <div>Аркушів</div>							1	1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<div>АБВГ.00.08.00.00</div> <div>Форсунка</div>																																					
Розроб.	Іванов																																									
Перев.	Головня																																									
Н.контр.																																										
Затв.	Райковська				<div>Літ.</div> <div>Аркцш</div> <div>Аркушів</div>																																					
					1	1																																				
					ЖДТУ, гр. МБ-1																																					

Рис. И2. Специфікація до складального кресленика вузла «Форсунка»

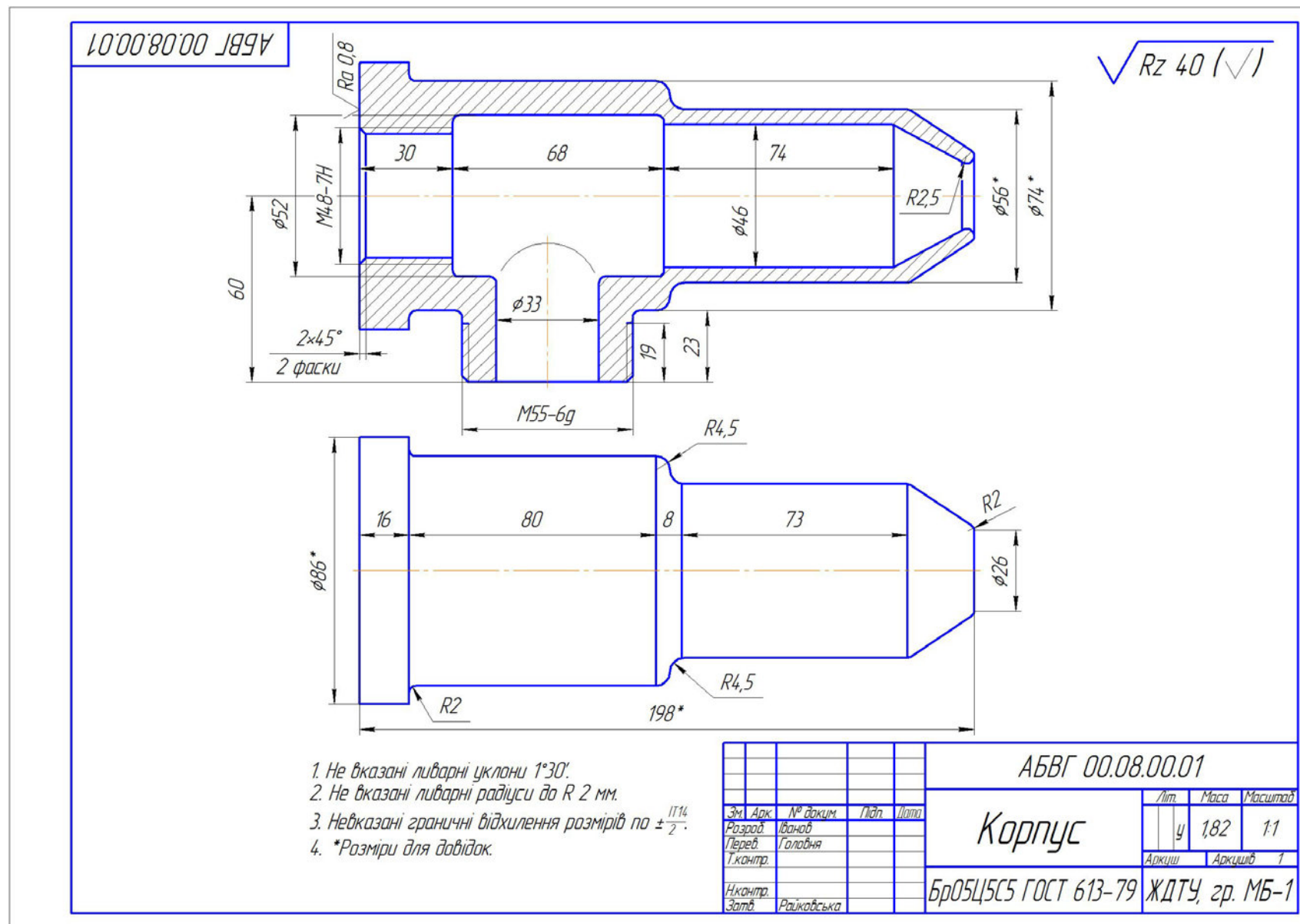
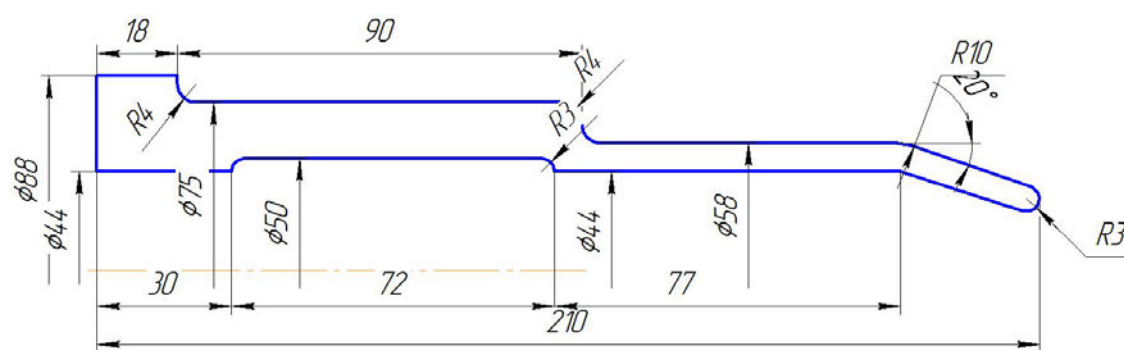
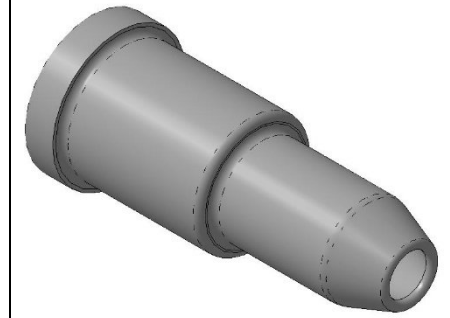
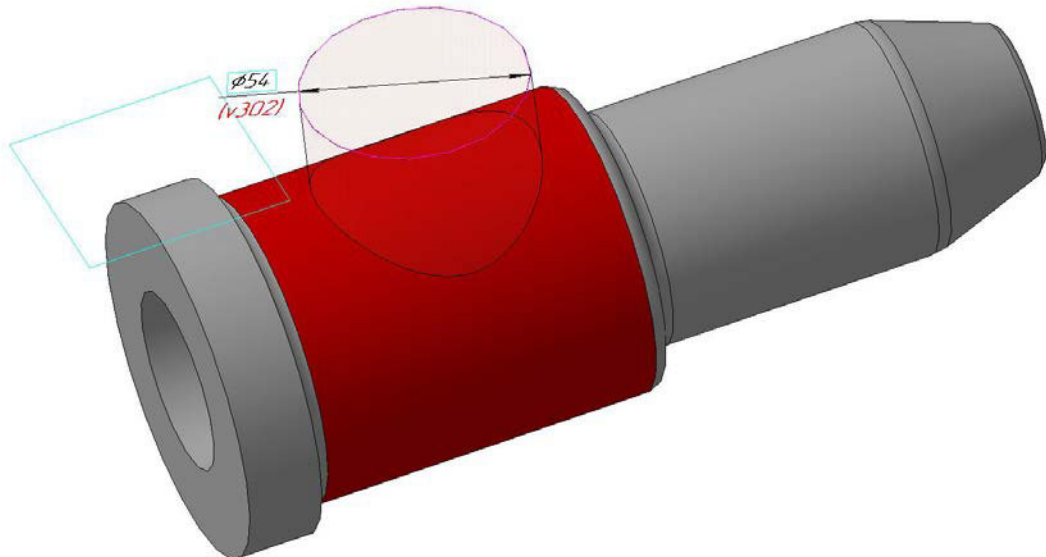
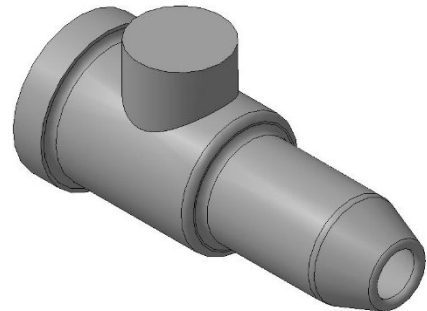


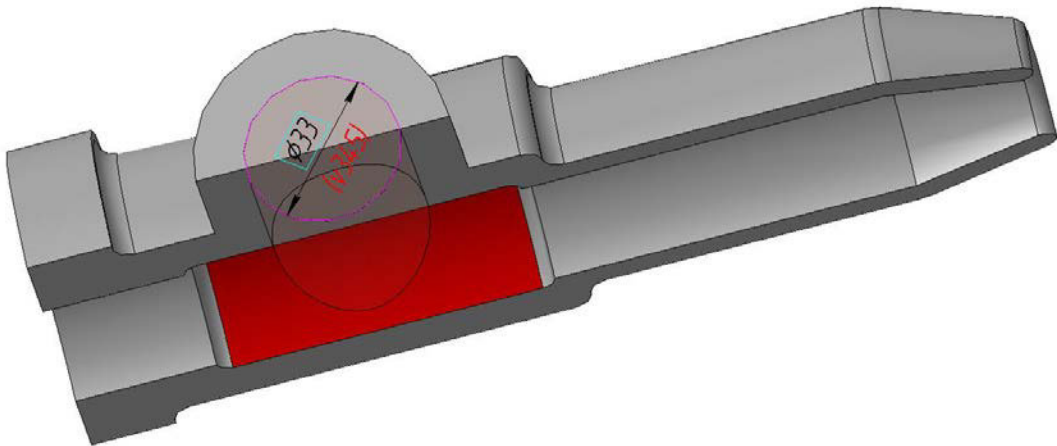
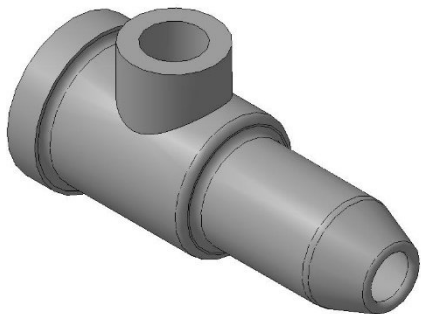
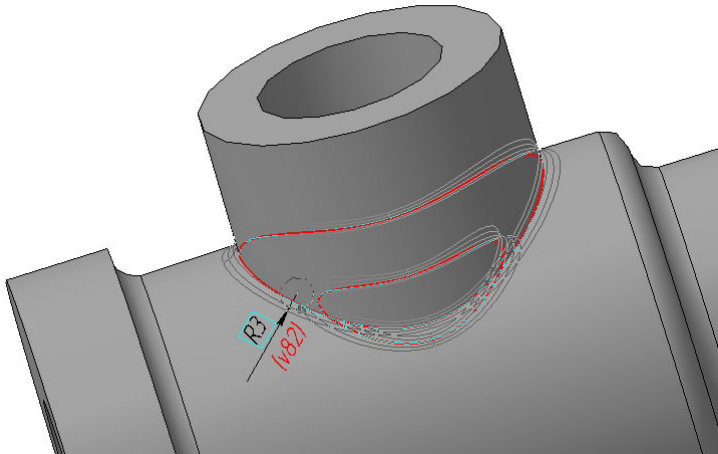
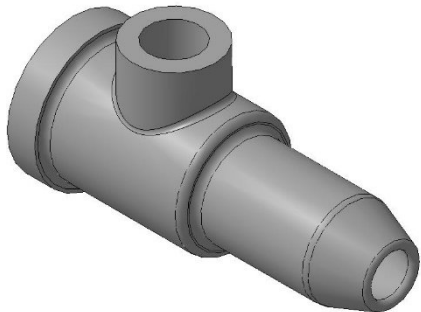
Рис. И3. Кресленик деталі «Корпус»

Додаток К

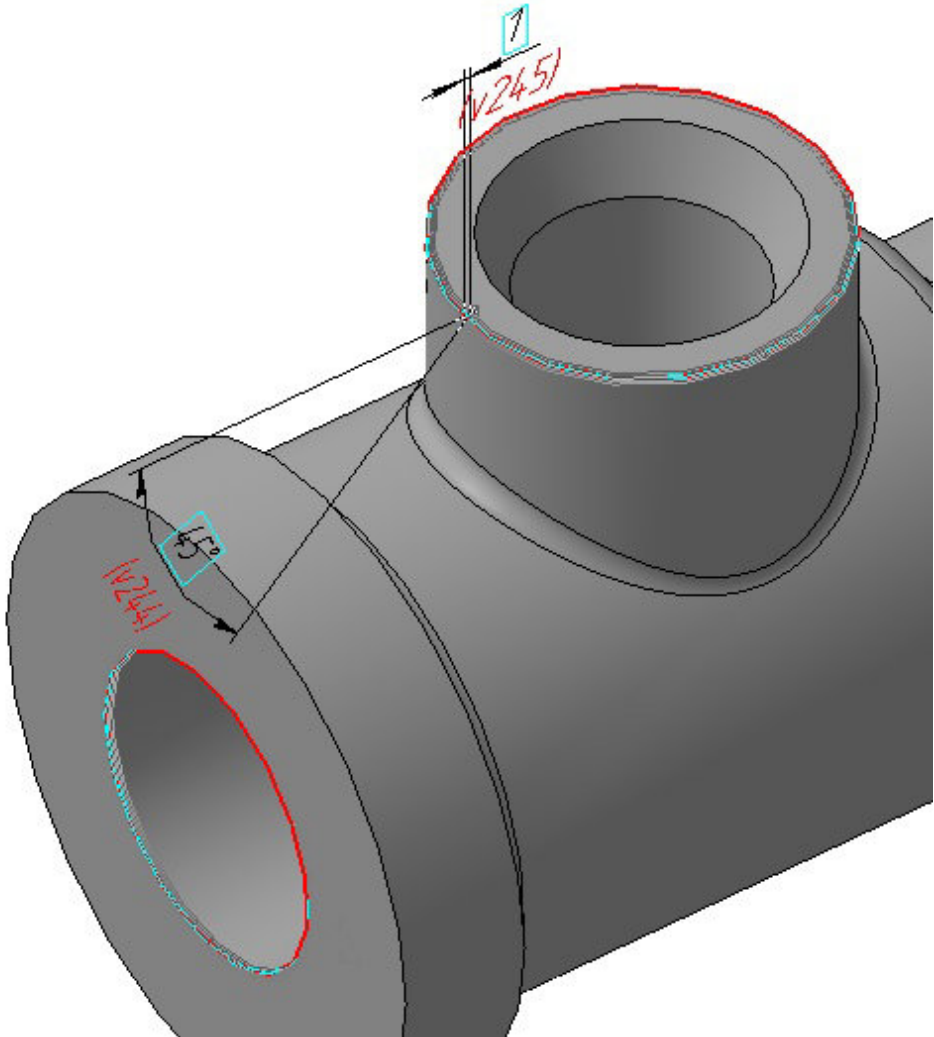

Порівняння методів виконання побудови деталі «Корпус»

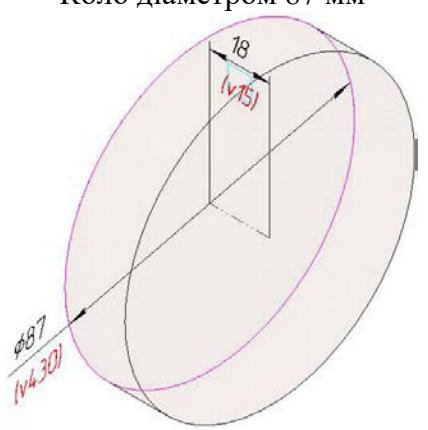
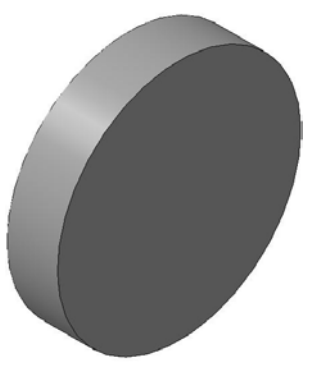
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
Перший метод			
1		Обертання	

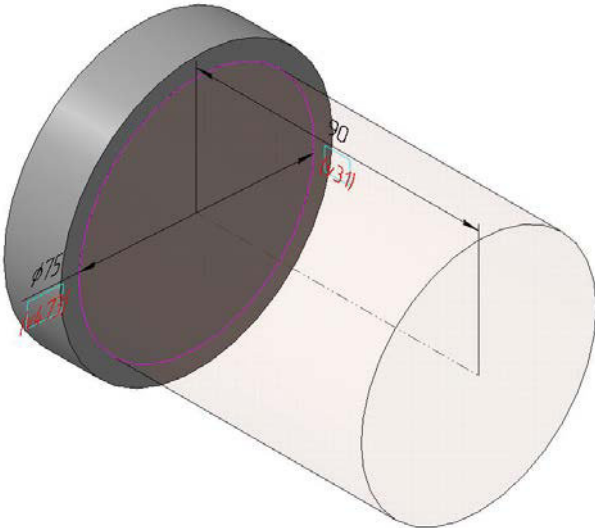
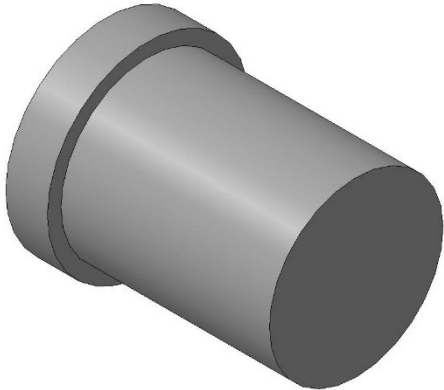
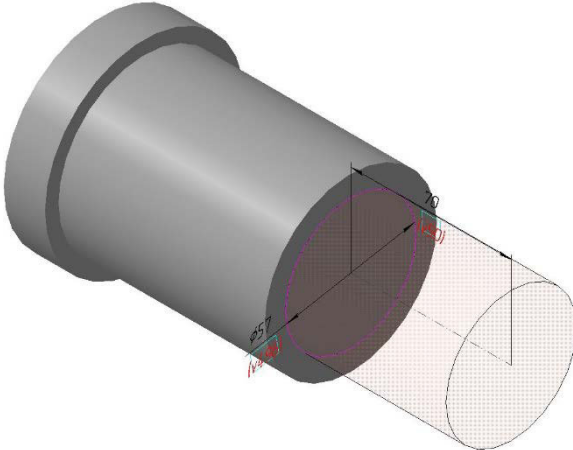
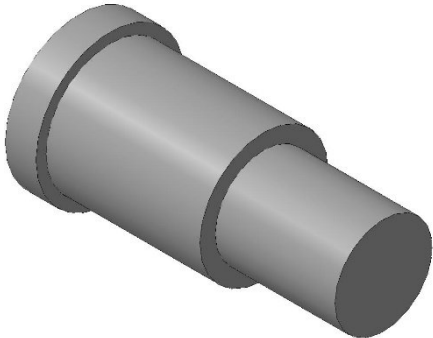
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
2	<p>Коло діаметром 54 мм</p> 	<p>Видавлювання до зовнішньої поверхні деталі з побудовою додаткової площини на відстані 63 мм від осі</p>	

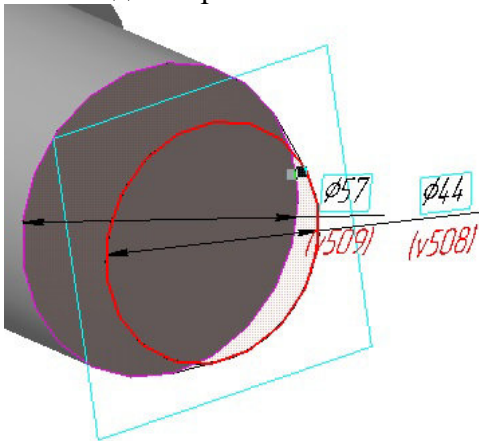
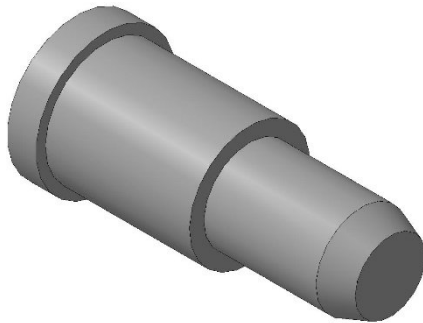
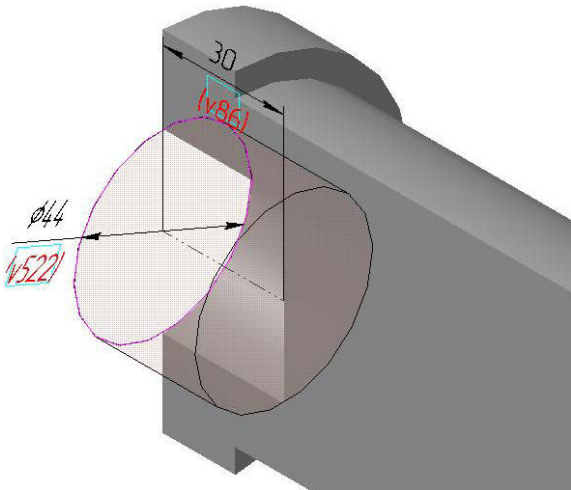
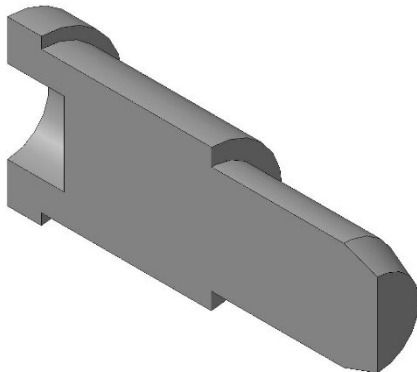
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
3	<p>Коло діаметром 33 мм</p> 	<p>Вирізання видавлюванням до внутрішньої поверхні деталі</p>	
4	<p>Не потрібен</p> 	<p>Скруглення (3 мм) зовнішньої та внутрішньої ліній поєднання прибудованого циліндра</p>	

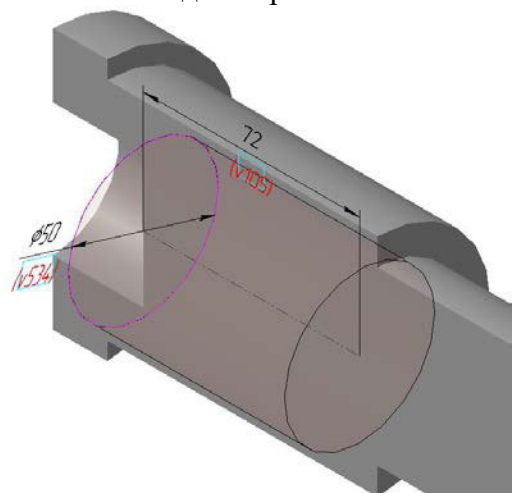
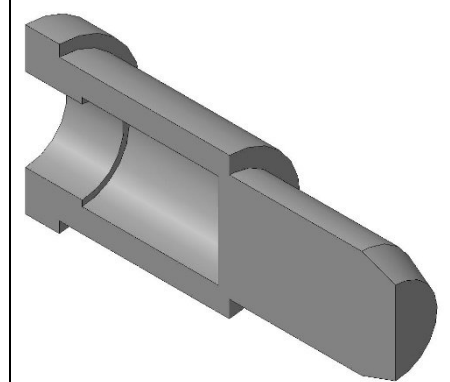
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
5		<p>Отвір. Побудова конічного отвору на торці прибудованого циліндра (діаметр 33 мм, глибина 9 мм, кут 52°)</p>	

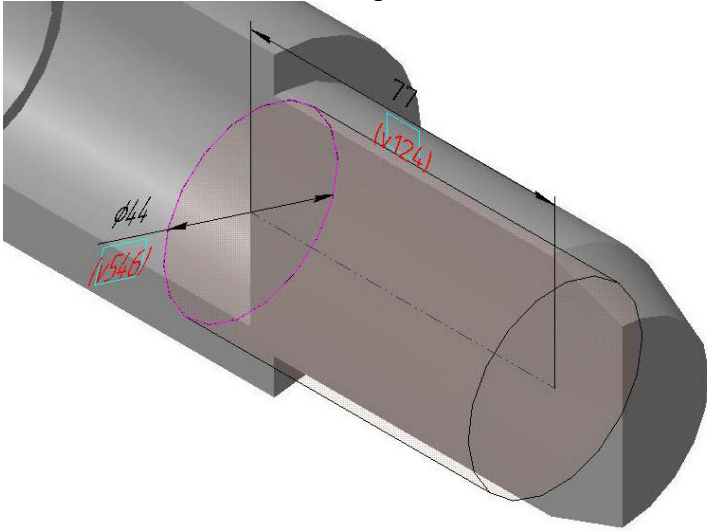
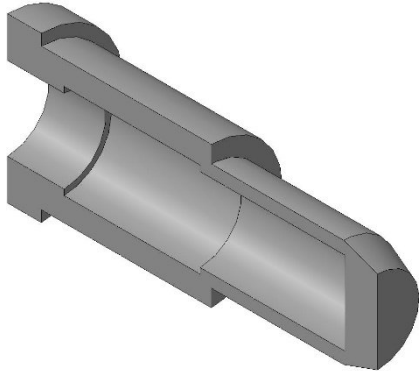
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
6	<p>Не потрібен</p> 	<p>Фаска. Побудова фасок (1 мм) на зовнішньому ребрі прибудованого циліндра та на ребрі отвору заднього торця основи</p>	

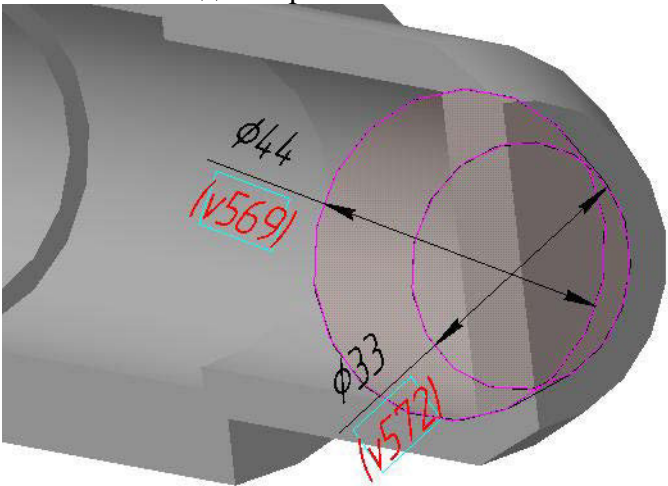
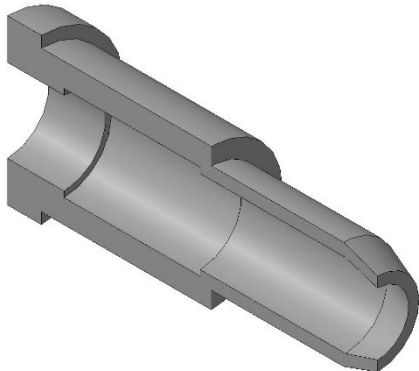
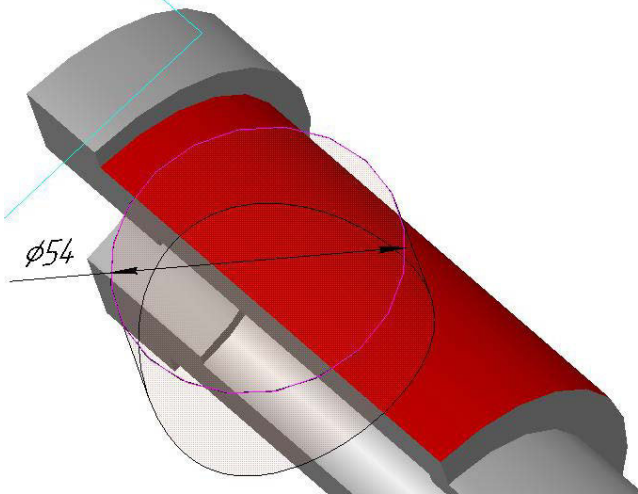
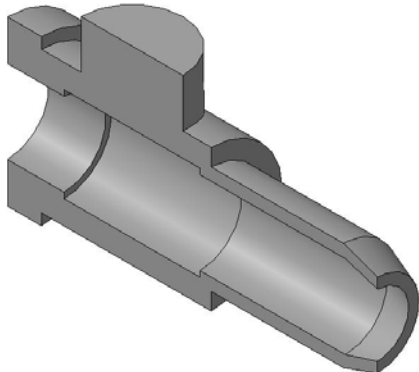
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
<i>Другий метод</i>			
1	<p>Коло діаметром 87 мм</p> 	<p>Видавлювання на довжину 18 мм</p>	

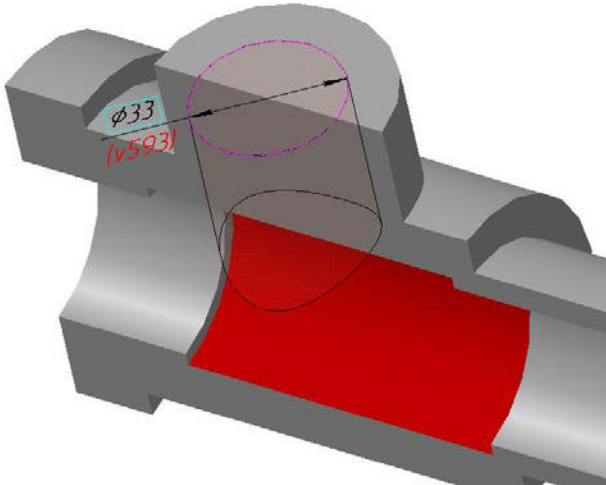
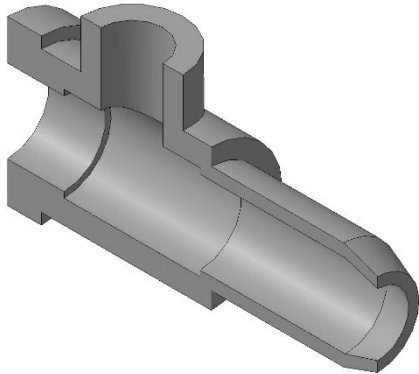
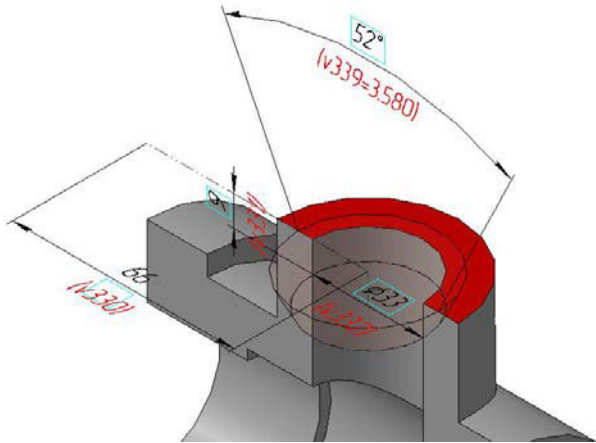
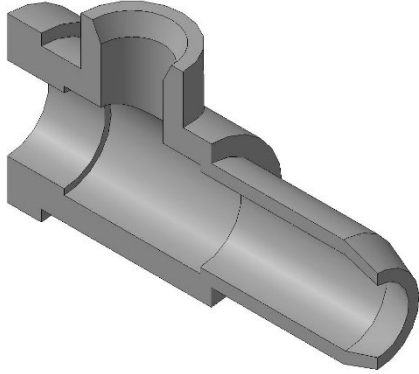
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
2	<p>Коло діаметром 75 мм</p> 	<p>Видавлювання на довжину 90 мм</p>	
3	<p>Коло діаметром 57 мм</p> 	<p>Видавлювання на довжину 70 мм</p>	

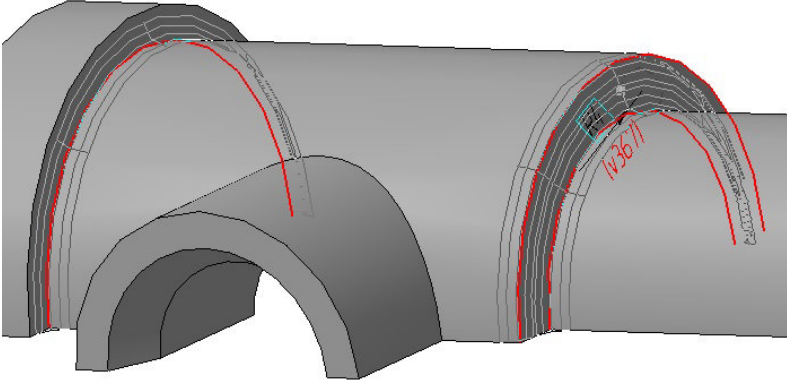
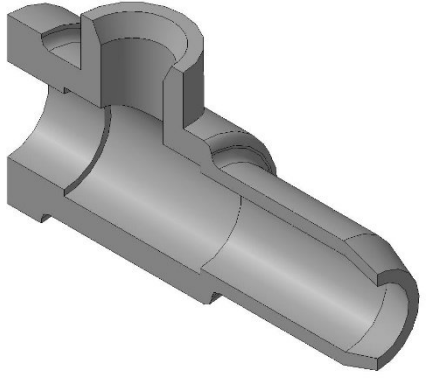
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
4	<p>Кола діаметром 57 мм та 44 мм</p> 	<p>Площина на відстані 31 мм. Видавлювання за двома ескізами</p>	
5	<p>Коло діаметром 44 мм</p> 	<p>Вирізати видавлюванням на глибину 30 мм</p>	

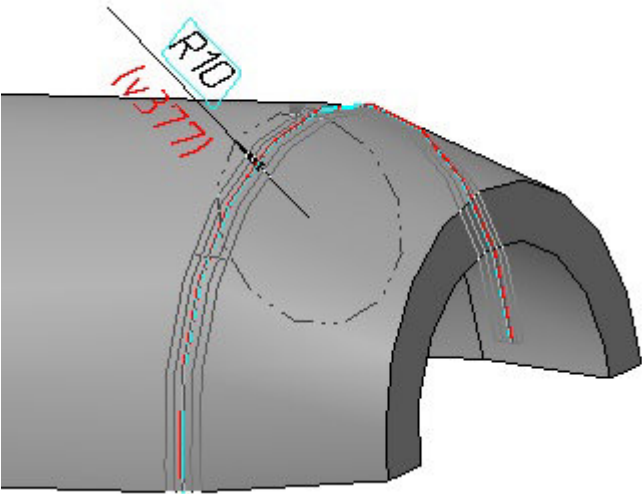
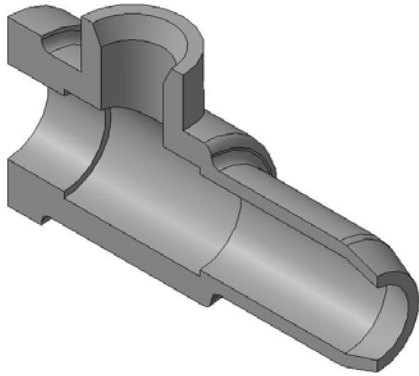
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
6	<p>Коло діаметром 50 мм</p> 	<p>Вирізати видавлюванням на глибину 72 мм</p>	

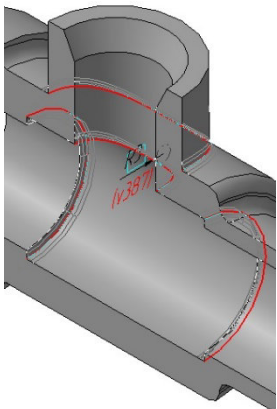
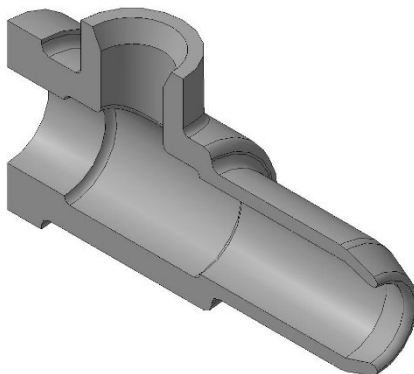
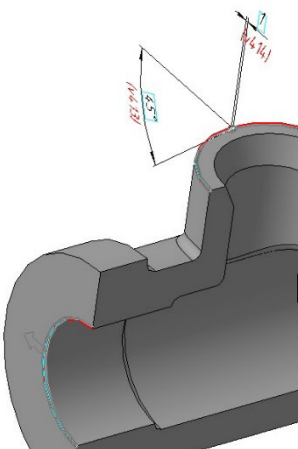
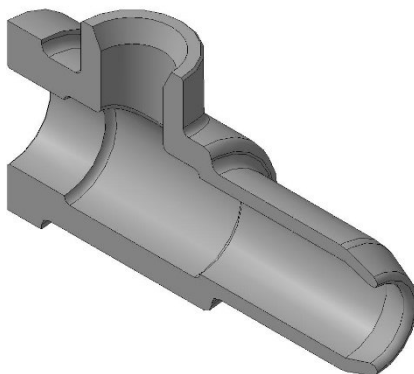
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
7	<p>Коло діаметром 44 мм</p> 	<p>Вирізати видавлюванням на глибину 77 мм</p>	

№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
8	<p>Кола діаметром 44 мм та 33 мм</p> 	<p>Вирізати видавлюванням за двома ескізами</p>	
9	<p>Коло діаметром 54 мм</p> 	<p>Видавлювання до зовнішньої поверхні деталі з побудовою додаткової площини на відстані 63 мм від осі</p>	

№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
10	<p>Коло діаметром 33 мм</p> 	<p>Вирізання видавлюванням до внутрішньої поверхні деталі</p>	
11	<p>Не потрібен</p> 	<p>Отвір. Побудова конічного отвору на торці прибудованого циліндра (діаметр 33 мм, глибина 9 мм, кут 52°)</p>	

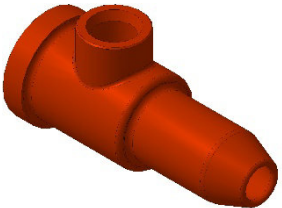
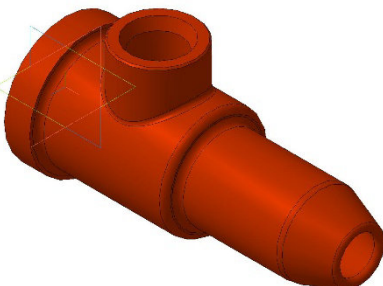
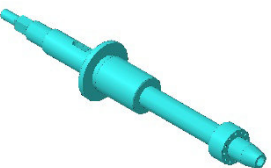
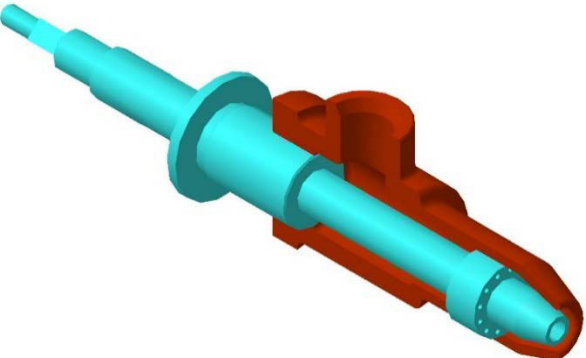
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
12	<p>Не потрібен</p> 	<p>Скруглення (4 мм)</p>	

№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
13	<p>Не потрібен</p> 	<p>Скруглення (10 мм)</p>	

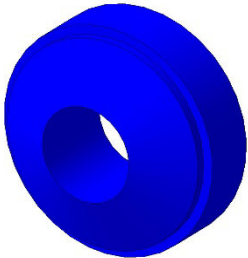
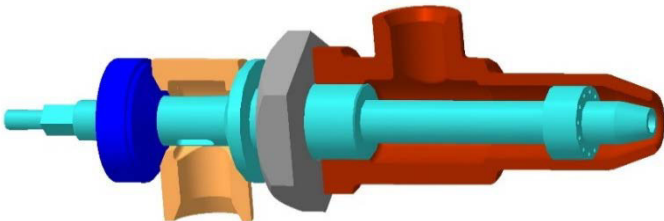
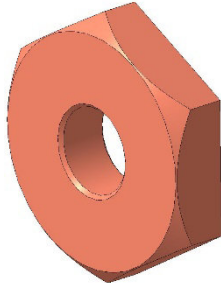
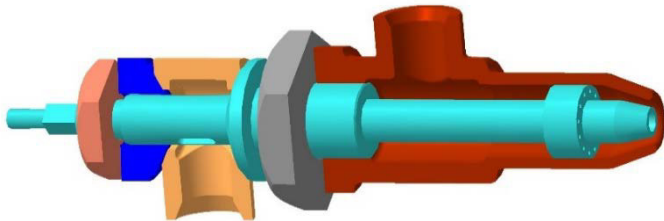
№ з/ п	Ескіз	Операція	Результат
1	2	3	4
14	<p>Не потрібен</p> 	Скруглення (3 мм)	
15	<p>Не потрібен</p> 	Фаска. Побудова фасок (1 мм) на зовнішньому ребрі прибудованого циліндра та на ребрі отвору заднього торця основи	
* Починаючи з п'ятої операції другого методу побудови, для наочності відображення послідовності побудови показано половину деталі.			

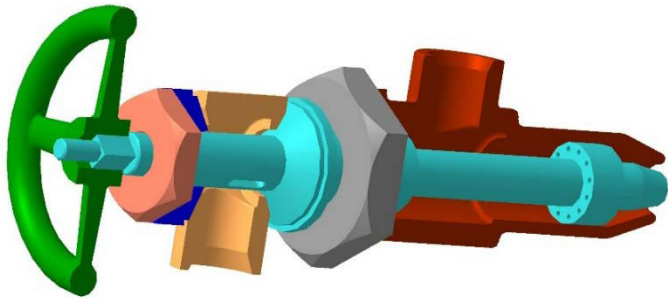
Додаток Л

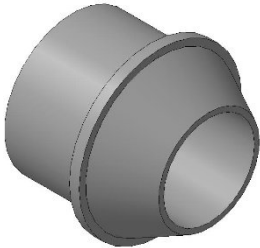
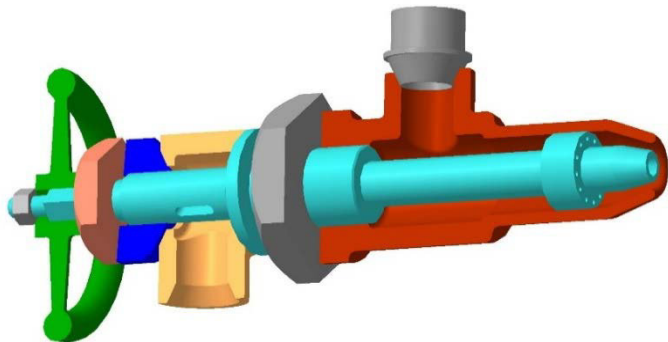
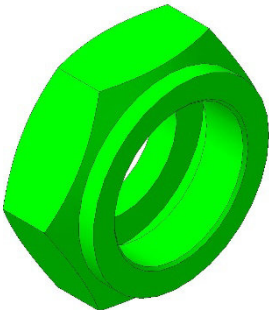
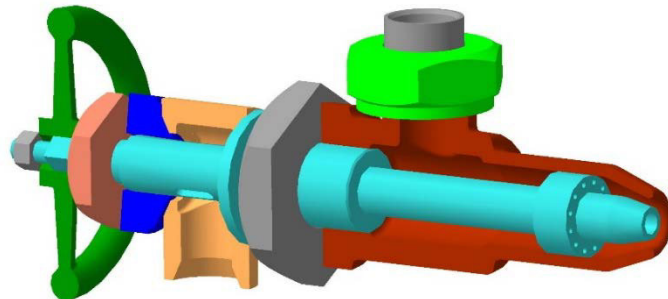
Послідовність побудови тривимірного складання вузла «Форсунка»

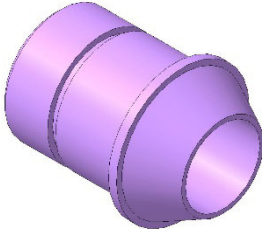
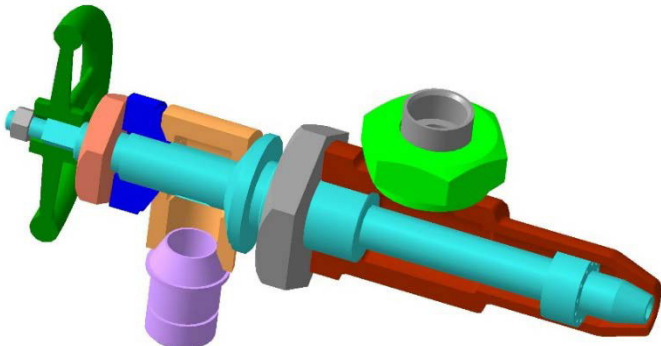
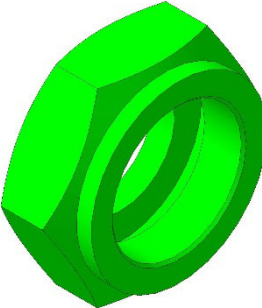
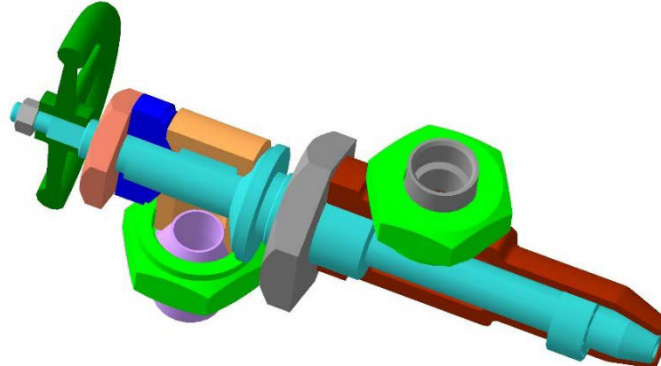
№	Деталь	Спряження	Результат
1	2	3	4
1	 <p>Корпус</p>	Базова деталь. Фіксація у початку координат.	
2	 <p>Сопло</p>	Співвісність. На відстані (30 мм) між паралельними торцями сопла та корпусу.	

№	Деталь	Спряження	Результат
1	2	3	4
3	 <p>Гайка</p>	Співвісність. Дотикання торців гайки та корпусу.	
4	 <p>Трійник</p>	Співвісність. Дотикання конусних поверхонь трійника та сопла.	

№	Деталь	Спряження	Результат
1	2	3	4
5	 <p>Конус</p>	Співвісність. Дотикання конусних поверхонь конуса та трійника.	
6	 <p>Гайка</p>	Співвісність. Дотикання торців гайки та конуса.	

№	Деталь	Спряження	Результат
1	2	3	4
7	 <p>Маховик</p>	<p>Співвісність. Паралельність однієї з граней чотирикутної частини сопла та однієї з внутрішніх граней маховика. Дотикання торців гайки та маховика.</p>	
8	<p>Гайка М12.5 ГОСТ 5915-70 Вставляється у складання зі спеціальної бібліотеки «Стандартні вироби»</p>	<p>Співвісність. Дотикання торців гайки та маховика.</p>	

№	Деталь	Спряження	Результат
1	2	3	4
9	 <p>Ніпель</p>	Співвісність. Дотикання конусних поверхонь ніпеля та корпусу.	
10	 <p>Гайка накидна</p>	Співвісність. Дотикання торця буртика ніпеля та внутрішнього торця гайки накидної.	

№	Деталь	Спряження	Результат
1	2	3	4
11	 <p>Ніпель</p>	Співвісність. Дотикання конусних поверхонь ніпеля та трійника.	
12	 <p>Гайка накидна</p>	Співвісність. Дотикання торця буртика ніпеля та внутрішнього торця гайки накидної.	

Додаток М

**Завдання для визначення рівня конструкторсько-технологічних здібностей
студентів
(вхідне тестування)**

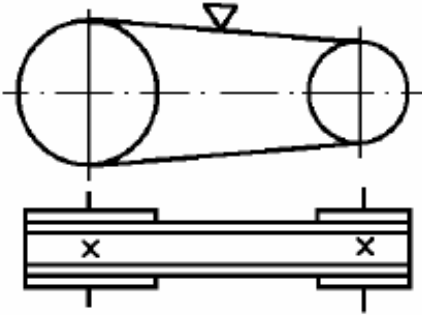
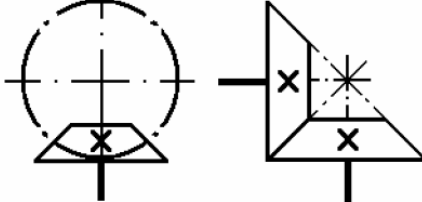
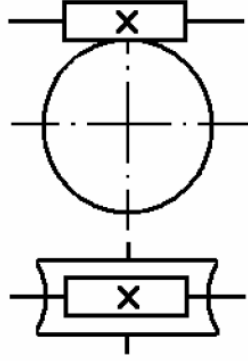
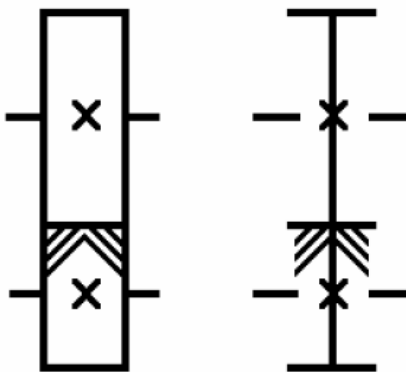
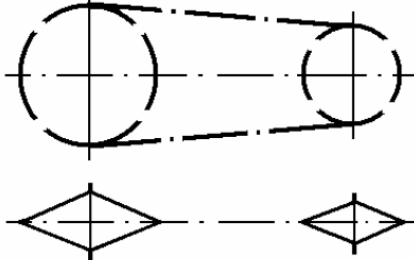
1. Документ, що є основою для проектування нового вирбу (деталі, механізму, вузла) називається _____.
2. Вкажіть на основі якого конструкторського документа виконується розробка технологічного процесу: _____

3. Кресленик, який визначає конструкцію виробу і взаємодію його складових частин та пояснює принцип роботи виробу, називається _____

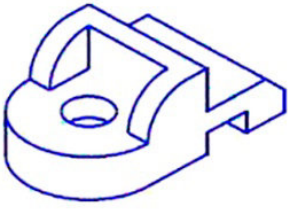
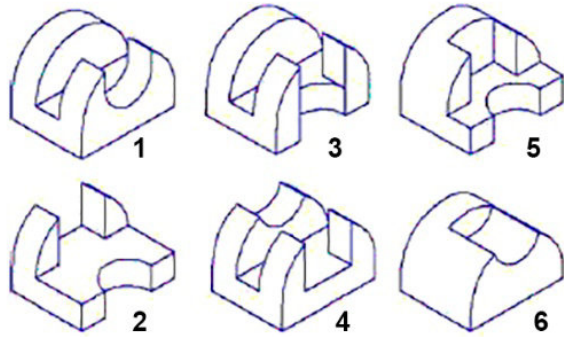
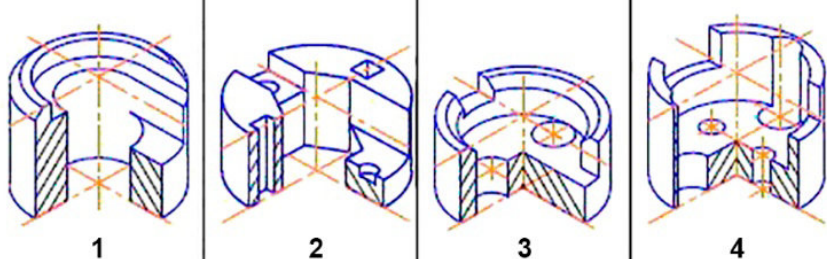
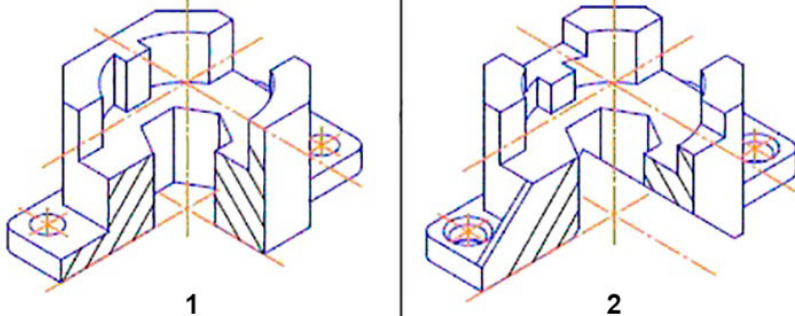
4. Конструкція, яка забезпечує задані експлуатаційні показники при найменших затратах (часу, засобів, праці) на її створення в конкретних умовах даного виробництва називається _____.
5. Вкажіть основні етапи створення нових машин _____
_____.
6. Перерахуйте основні механічні властивості конструкційних матеріалів

7. Перерахуйте основні типи з'єднань деталей машин _____
_____.
8. Дайте визначення терміну «принципова кінематична схема» _____
_____.
9. З точки зору використання та розповсюдження в машинах деталі можна поділити на типові та оригінальні. Зі вказаного переліку деталей виділіть типові деталі: кришка, підшипник, болт, важіль, корпус, шпонка, фланець, вал, шплінт, зубчасте колесо, траверса.
10. Формо- та розміроутворення деталей на практиці здійснюється різноманітними технологічними процесами. Вкажіть, які з них Вам відомі.

11. Які типи передач зображено на рисунках?

	<hr/>
	<hr/>
	<hr/>
	<hr/>
	<hr/>

14. Виконайте завдання, вказані в таблиці.

	<p>Вкажіть мінімальну кількість формуютьуючих операцій, що необхідні для створення три-вимірної моделі заданого об'єкта.</p>
	<p>Вкажіть номера об'єктів, для створення три-вимірних моделей яких достатньо двох формуютьуючих операцій.</p>
	<p>Вкажіть номера об'єктів, для створення три-вимірних моделей яких достатньо двох формуютьуючих операцій.</p> <p>Операцію <i>Сечение по эскизу</i> не враховувати.</p>
	<p>Вкажіть мінімальну кількість формуютьуючих операцій, які необхідні для створення три-вимірних моделей об'єктів 1 та 2.</p> <p>Операцію <i>Сечение по эскизу</i> не враховувати.</p>

Додаток Н

ПРОТОКОЛ

фіксації результатів вхідного тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних груп на початку експерименту

№ студента	Кількість балів	Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей
1	89	Продуктивний
2	79	Свідомий
3	69	Репродуктивний
4	72	Репродуктивний
5	61	Репродуктивний
6	90	Креативний
7	91	Креативний
8	76	Свідомий
9	61	Репродуктивний
10	64	Репродуктивний
11	81	Свідомий
12	80	Свідомий
13	74	Свідомий
14	74	Свідомий
15	63	Репродуктивний
16	80	Свідомий
17	79	Свідомий
18	70	Репродуктивний
19	89	Продуктивний
20	69	Репродуктивний
21	95	Креативний
22	84	Продуктивний
23	83	Продуктивний
24	60	Репродуктивний
25	61	Репродуктивний
26	91	Креативний
27	61	Репродуктивний
28	72	Репродуктивний
29	67	Репродуктивний
30	61	Репродуктивний
31	65	Репродуктивний
32	73	Репродуктивний
33	81	Свідомий

34	62	Репродуктивний
35	77	Свідомий
36	78	Свідомий
37	88	Продуктивний
38	60	Репродуктивний
39	66	Репродуктивний
40	90	Креативний
41	93	Креативний
42	78	Свідомий
43	77	Свідомий
44	75	Свідомий
45	86	Продуктивний
46	94	Креативний
47	77	Свідомий
48	68	Репродуктивний
49	76	Свідомий
50	76	Свідомий
51	76	Свідомий
52	65	Репродуктивний
53	95	Креативний
54	68	Репродуктивний
55	66	Репродуктивний
56	84	Продуктивний
57	61	Репродуктивний
58	93	Креативний
59	73	Репродуктивний
60	61	Репродуктивний
61	78	Свідомий
62	94	Креативний
63	72	Репродуктивний
64	77	Свідомий
65	60	Репродуктивний
66	90	Креативний
67	82	Продуктивний
68	81	Свідомий
69	76	Свідомий
70	93	Креативний
71	93	Креативний
72	66	Репродуктивний
73	95	Креативний
74	93	Креативний
75	64	Репродуктивний
76	87	Продуктивний

77	69	Репродуктивний
78	60	Репродуктивний
79	87	Продуктивний
80	81	Свідомий
81	89	Продуктивний
82	94	Креативний
83	63	Репродуктивний
84	60	Репродуктивний
85	67	Репродуктивний
86	80	Свідомий
87	73	Репродуктивний
88	67	Репродуктивний
89	61	Репродуктивний
90	73	Репродуктивний
91	61	Репродуктивний
92	92	Креативний
93	81	Свідомий
94	60	Репродуктивний
95	85	Продуктивний
96	86	Продуктивний
97	71	Репродуктивний
98	66	Репродуктивний
99	71	Репродуктивний
100	94	Креативний
101	89	Продуктивний
102	74	Свідомий
103	79	Свідомий
104	84	Продуктивний
105	94	Креативний
106	79	Свідомий
107	84	Продуктивний
108	60	Репродуктивний
109	74	Свідомий
110	75	Свідомий
111	78	Свідомий
112	83	Продуктивний
113	60	Репродуктивний
114	82	Продуктивний
115	73	Репродуктивний
116	73	Репродуктивний
117	71	Репродуктивний
118	83	Продуктивний
119	68	Репродуктивний

120	62	Репродуктивний
121	90	Креативний
122	82	Продуктивний
123	90	Креативний
124	71	Репродуктивний
125	63	Репродуктивний
126	60	Репродуктивний
127	75	Свідомий
128	92	Креативний
129	79	Свідомий
130	88	Продуктивний
131	75	Свідомий
132	67	Репродуктивний
133	60	Репродуктивний
134	91	Креативний
135	88	Продуктивний
136	94	Креативний
137	89	Продуктивний
138	72	Репродуктивний
139	71	Репродуктивний
140	62	Репродуктивний
141	84	Продуктивний
142	79	Свідомий
143	79	Свідомий
144	82	Продуктивний
145	92	Креативний
146	90	Креативний
147	62	Репродуктивний
148	77	Свідомий
149	95	Креативний
150	76	Свідомий

Додаток П

ПРОТОКОЛ

фіксації результатів вхідного тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів експериментальних груп на початку експерименту

№ студента	Кількість балів	Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей
1	88	Продуктивний
2	77	Свідомий
3	86	Продуктивний
4	92	Креативний
5	100	Креативний
6	64	Репродуктивний
7	63	Репродуктивний
8	64	Репродуктивний
9	91	Креативний
10	62	Репродуктивний
11	76	Свідомий
12	62	Репродуктивний
13	79	Свідомий
14	80	Свідомий
15	72	Репродуктивний
16	98	Креативний
17	67	Репродуктивний
18	68	Репродуктивний
19	81	Свідомий
20	71	Репродуктивний
21	86	Продуктивний
22	81	Свідомий
23	62	Репродуктивний
24	97	Креативний
25	80	Свідомий
26	100	Креативний
27	99	Креативний
28	77	Свідомий
29	88	Продуктивний
30	74	Свідомий
31	72	Репродуктивний
32	63	Репродуктивний

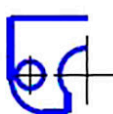

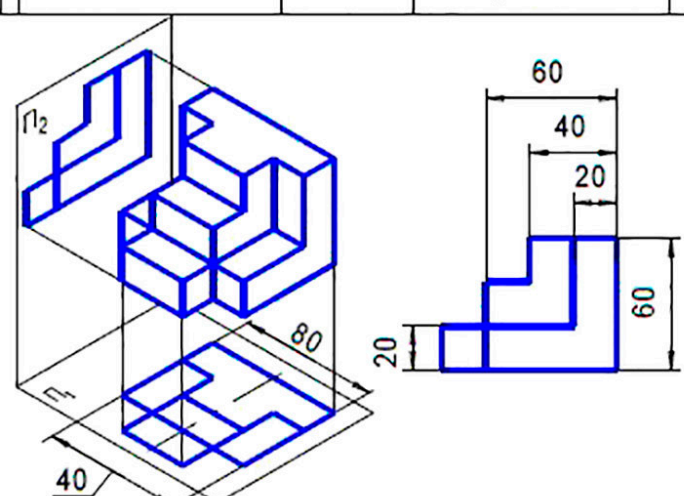
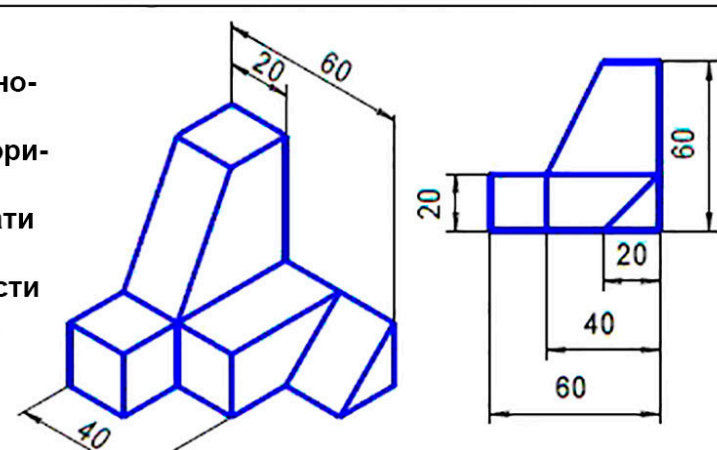
33	76	Свідомий
34	70	Репродуктивний
35	75	Свідомий
36	86	Продуктивний
37	68	Репродуктивний
38	92	Креативний
39	62	Репродуктивний
40	87	Продуктивний
41	99	Креативний
42	86	Продуктивний
43	81	Свідомий
44	97	Креативний
45	94	Креативний
46	96	Креативний
47	84	Продуктивний
48	95	Креативний
49	72	Репродуктивний
50	71	Репродуктивний
51	69	Репродуктивний
52	60	Репродуктивний
53	97	Креативний
54	73	Репродуктивний
55	97	Креативний
56	63	Репродуктивний
57	97	Креативний
58	79	Свідомий
59	65	Репродуктивний
60	72	Репродуктивний
61	71	Репродуктивний
62	75	Свідомий
63	80	Свідомий
64	89	Продуктивний
65	72	Репродуктивний
66	64	Репродуктивний
67	91	Креативний
68	90	Креативний
69	83	Продуктивний
70	71	Репродуктивний
71	78	Свідомий
72	85	Продуктивний
73	100	Креативний
74	99	Креативний
75	61	Репродуктивний

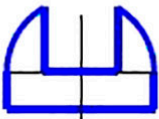
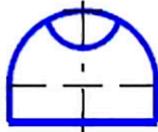
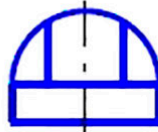
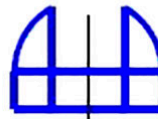
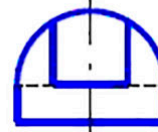
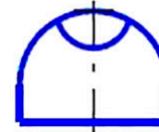

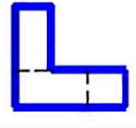
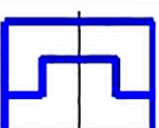
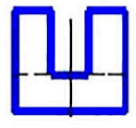
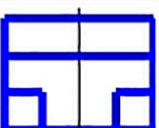
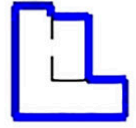
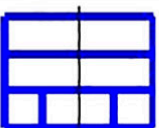
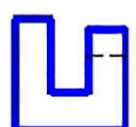
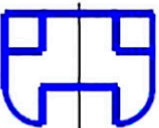
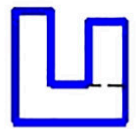
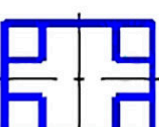

76	67	Репродуктивний
77	72	Репродуктивний
78	80	Свідомий
79	92	Креативний
80	72	Репродуктивний
81	65	Репродуктивний
82	60	Репродуктивний
83	82	Продуктивний
84	62	Репродуктивний
85	69	Репродуктивний
86	88	Продуктивний
87	75	Свідомий
88	68	Репродуктивний
89	65	Репродуктивний
90	76	Свідомий
91	78	Свідомий
92	86	Продуктивний
93	79	Свідомий
94	68	Репродуктивний
95	74	Свідомий
96	83	Продуктивний
97	77	Свідомий
98	70	Репродуктивний
99	99	Креативний
100	93	Креативний
101	81	Свідомий
102	89	Продуктивний
103	60	Репродуктивний
104	74	Свідомий
105	83	Продуктивний
106	78	Свідомий
107	86	Продуктивний
108	64	Репродуктивний
109	72	Репродуктивний
110	73	Репродуктивний
111	81	Свідомий
112	85	Продуктивний
113	81	Свідомий
114	91	Креативний
115	96	Креативний
116	77	Свідомий
117	70	Репродуктивний
118	62	Репродуктивний

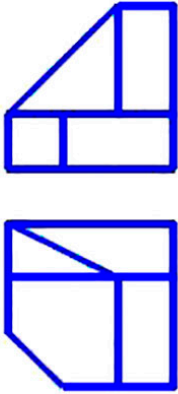
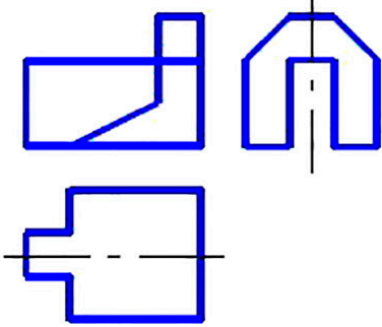
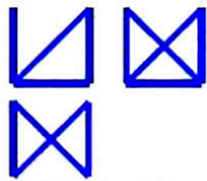
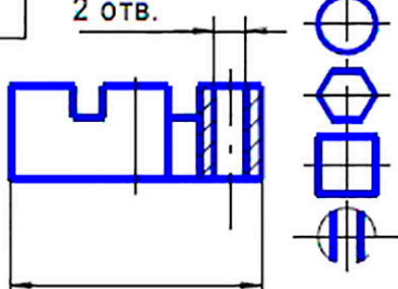
119	63	Репродуктивний
120	71	Репродуктивний
121	75	Свідомий
122	78	Свідомий
123	71	Репродуктивний
124	83	Продуктивний
125	80	Свідомий
126	82	Продуктивний
127	81	Свідомий
128	67	Репродуктивний
129	73	Репродуктивний
130	70	Репродуктивний
131	62	Репродуктивний
132	74	Свідомий
133	82	Продуктивний
134	75	Свідомий
135	72	Репродуктивний
136	83	Продуктивний
137	73	Репродуктивний
138	71	Репродуктивний
139	72	Репродуктивний
140	63	Репродуктивний

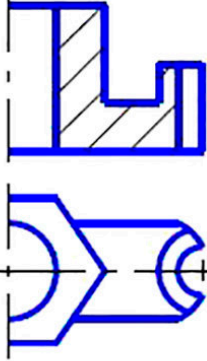
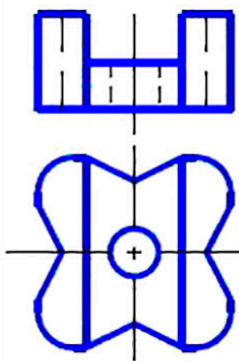
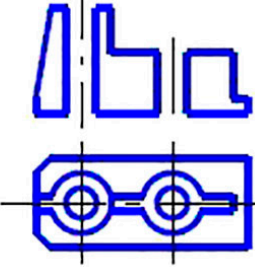
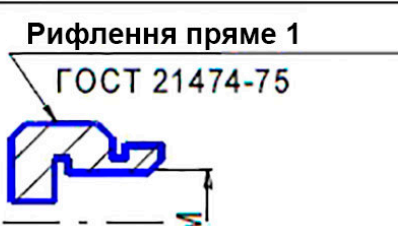
Додаток Р

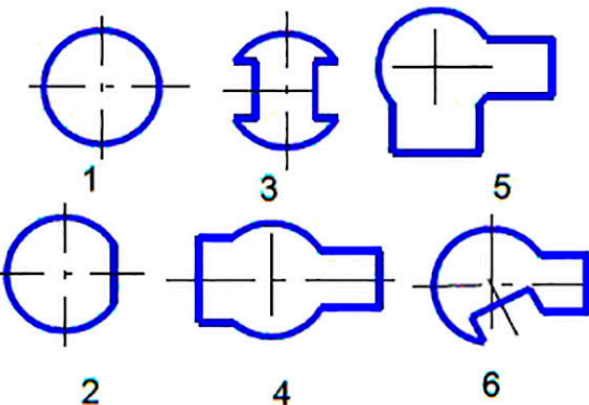
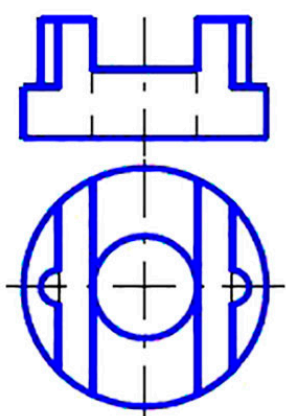
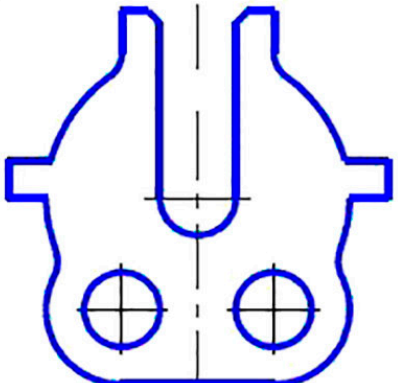
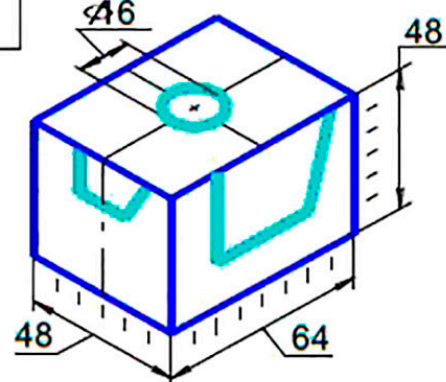
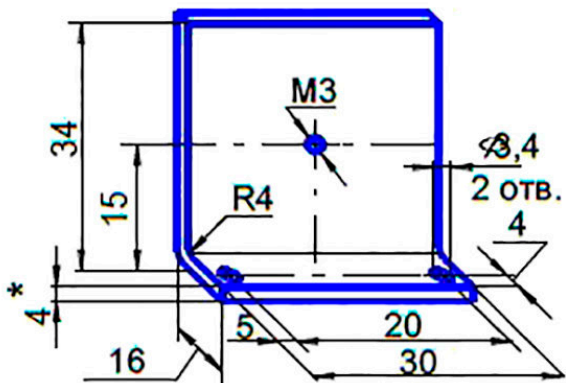
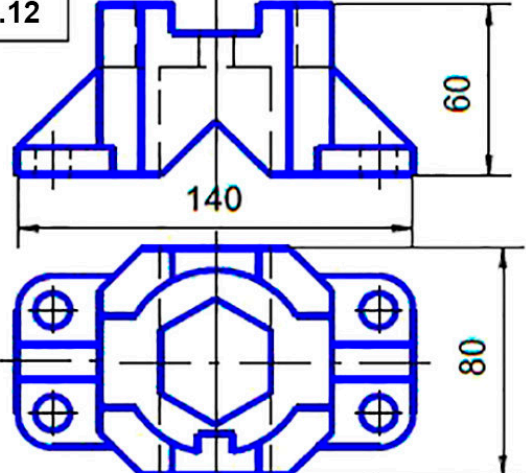
**Комплексне завдання для визначення рівня конструкторсько-технологічних
здібностей студентів
(підсумкове тестування)**

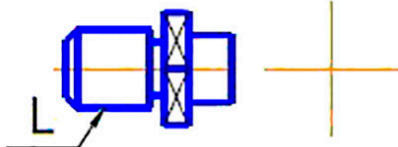
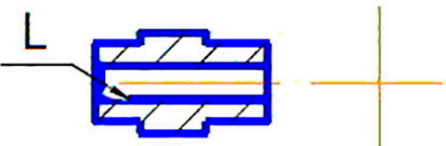
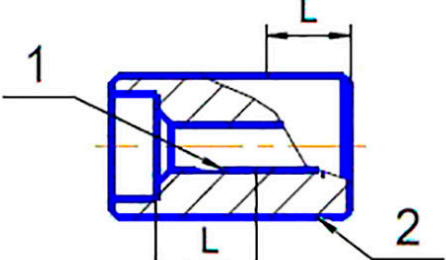
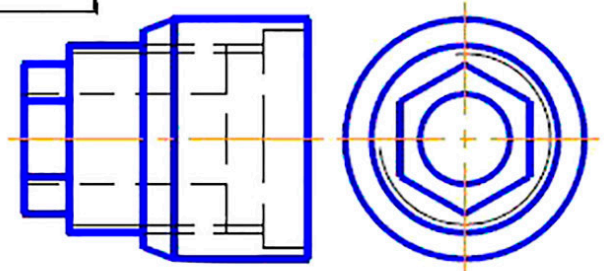
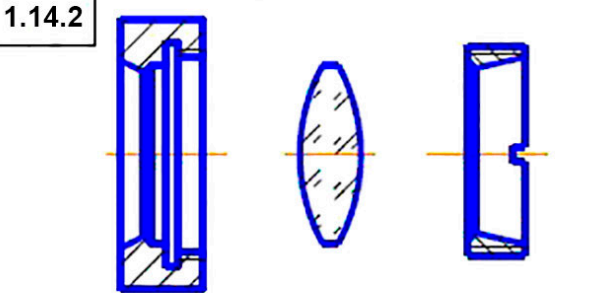
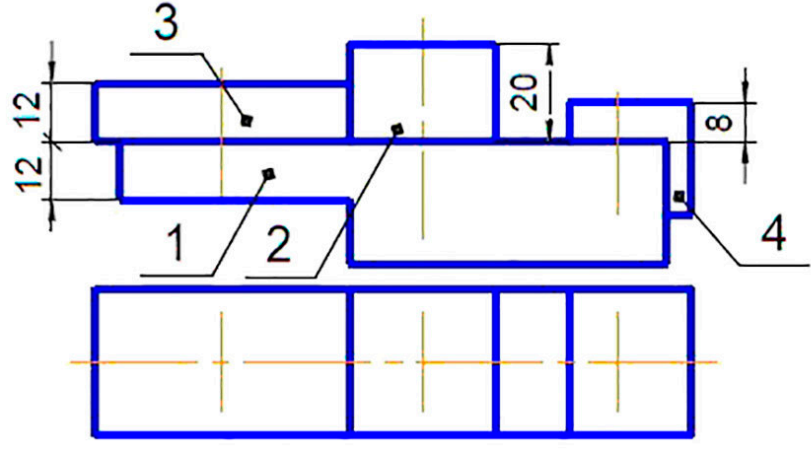
1.1		Варіант	Номер питання	Кількість розмірів	Відповідь
Завершити зображення плоских деталей по представлених половинках, обмежених віссю симетрії. Нанести розміри і вказати в таблиці їх кількість	1.1.1		1 2 3 4	Горизонтальні Вертикальні Діаметрів Радіусів	
	1.1.2		5 6 7 8	Горизонтальні Вертикальні Діаметрів Радіусів	
1.2	<p>По заданому наочному зображенню і виду спереду створити тривимірну модель і побудувати вид зверху деталі. Нанести необхідні розміри.</p> 				
1.3	<p>По заданому наочному зображенню і виду спереду створити тривимірну модель і побудувати вид зверху і вид зліва деталі. Нанести необхідні розміри.</p> 				

						1.4										
1	2	3	4	5	6											
						3										
						І										
						К										
						Л										
						М										
						Н										
<div> <div>Види</div> <div>Варіант 1</div> <div> <div>спереди</div> <div>зверху</div> <div>зліва</div> </div> <div> <div>6</div> <div>Ж</div> <div>Н</div> </div> </div> <p>За наочним зображенням деталей, використовуючи представлений набір видів, розташувати у відповідних місцях види спереду, зверху і зліва, як це показано на прикладі. Записати в таблиці відповідь за формою прикладу. Побудувати тривимірні моделі деталей.</p>																
<table border="1"> <tr> <td>1.4.1</td> <td>1.4.2</td> <td>1.4.3</td> <td>1.4.4</td> <td>1.4.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							1.4.1	1.4.2	1.4.3	1.4.4	1.4.5					
1.4.1	1.4.2	1.4.3	1.4.4	1.4.5												

<p>1.5.1</p> 	<p>1.5.2</p> 	<p>1.5.3</p>  <p>1.5.4</p> 
<p>1.5.1. Побудувати вигляд зліва об'єкта за двома заданими проекціями.</p> <p>1.5.2. Доповнити види зверху і зліва відсутніми лініями відповідно до проекційних зв'язків.</p> <p>1.5.3. Побудувати аксонометрію замкнутої шестиреберної конструкції за заданими ортогональними проекціями.</p> <p>1.5.4. Побудувати з використанням заданих елементів вид зверху об'єкта.</p>		

<p>1.6.1</p> 	<p>1.6.2</p> 	<p>1.6.3</p>  <p>1.6.4</p> 
<p>1.6.1. Завершити зображення, з'єднавши на місці виду спереду половину виду і половину розрізу.</p> <p>1.6.2. Завершити зображення, з'єднавши на місці виду спереду частину виду та частину розрізу.</p> <p>1.6.3. Доповнити головний вид відсутніми лініями, виконавши фронтальний розріз.</p> <p>1.6.4. Завершити зображення, з'єднавши половину виду з половиною розрізу. Виконати зображення різьби і рифлення.</p>		

<p>1.7</p>  <p>Для варіантів 1-6 плоских деталей нанести розміри.</p>	<p>1.10</p>  <p>По заданим проекціям створити асоціативне креслення втулки. Аксонометрію виконати з вирізом чверті втулки.</p>
<p>1.8</p>  <p>Виконати креслення плоскої деталі з елементами спряжень. Нанести розміри.</p>	<p>1.11</p>  <p>Створити асоціативне креслення деталі, в якій виконані наскрізні вирізи по нанесеній розмітці.</p>
<p>1.9</p>  <p>Створити асоціативне креслення по аксонометричному зображенню.</p>	<p>1.12</p>  <p>По заданим проекціям побудувати асоціативне креслення корпусу.</p>

1.13.1	Зобразити та позначити метричну різьбу з великим кроком на поверхні L. Побудувати вид зліва.	
1.13.2	Зобразити та позначити метричну різьбу з малим кроком на поверхні L. Побудувати вид зліва.	
1.13.3	Показати умовне зображення різьби при довжині нарізаної частини L на поверхнях 1 і 2.	
1.14.1	<div data-bbox="215 907 821 1176"></div> <div data-bbox="215 1198 821 1288">Вид спереду замінити поєднанням половини виду та половини розрізу.</div> <div data-bbox="853 873 1460 1164"></div> <div data-bbox="853 1220 1460 1288">Зобразити кріплення оптичної деталі різьбовим кільцем в оправі.</div>	
1.15	<div data-bbox="406 1332 1220 1780"></div> <div data-bbox="231 1836 1460 2027">Завершити складальне креслення, зобразивши з'єднання основи 1 з накладкою 2 шпилькою M10 (ГОСТ 22034-76), з пластиною 3 - болтом M12 (ГОСТ 7798-70), з кутником 4 - гвинтом M10 (ГОСТ 17473-80). Заповнити розділ «Стандартні вироби» специфікації, вказавши вибрані кріпильні деталі.</div>	

Додаток С

ПРОТОКОЛ

фіксації результатів підсумкового тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів контрольних груп в кінці експерименту

№ студента	Кількість балів	Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Бали, набрані студентами з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей (x_1)	x_1^2	$(x_1 - \bar{x}_1)$	$(x_1 - \bar{x}_1)^2$
1	99	Креативний	-	-	-	-
2	92	Креативний	-	-	-	-
3	74	Свідомий	-	-	-	-
4	93	Креативний	-	-	-	-
5	86	Продуктивний	-	-	-	-
6	86	Продуктивний	-	-	-	-
7	89	Продуктивний	-	-	-	-
8	89	Продуктивний	-	-	-	-
9	69	Репродуктивний	69	4761	2,97	8,85
10	76	Свідомий	-	-	-	-
11	91	Креативний	-	-	-	-
12	75	Свідомий	-	-	-	-
13	61	Репродуктивний	61	3721	-5,03	25,25
14	92	Креативний	-	-	-	-
15	83	Продуктивний	-	-	-	-
16	61	Репродуктивний	61	3721	-5,03	25,25
17	99	Креативний	-	-	-	-
18	86	Продуктивний	-	-	-	-
19	72	Репродуктивний	72	5184	5,97	35,70
20	97	Креативний	-	-	-	-
21	75	Свідомий	-	-	-	-

22	76	Свідомий	-	-	-	-
23	92	Креативний	-	-	-	-
24	83	Продуктивний	-	-	-	-
25	88	Продуктивний	-	-	-	-
26	88	Продуктивний	-	-	-	-
27	76	Свідомий	-	-	-	-
28	75	Свідомий	-	-	-	-
29	64	Репродуктивний	64	4096	-2,03	4,10
30	77	Свідомий	-	-	-	-
31	65	Репродуктивний	65	4225	-1,03	1,05
32	81	Свідомий	-	-	-	-
33	88	Продуктивний	-	-	-	-
34	100	Креативний	-	-	-	-
35	63	Репродуктивний	63	3969	-3,03	9,15
36	78	Свідомий	-	-	-	-
37	85	Продуктивний	-	-	-	-
38	97	Креативний	-	-	-	-
39	90	Креативний	-	-	-	-
40	91	Креативний	-	-	-	-
41	89	Продуктивний	-	-	-	-
42	62	Репродуктивний	62	3844	-4,03	16,20
43	71	Репродуктивний	71	5041	4,97	24,75
44	75	Свідомий	-	-	-	-
45	94	Креативний	-	-	-	-
46	74	Свідомий	-	-	-	-
47	96	Креативний	-	-	-	-
48	72	Репродуктивний	72	5184	5,97	35,70
49	83	Продуктивний	-	-	-	-
50	83	Продуктивний	-	-	-	-
51	100	Креативний	-	-	-	-
52	80	Свідомий	-	-	-	-

53	79	Свідомий	-	-	-	-
54	84	Продуктивний	-	-	-	-
55	63	Репродуктивний	63	3969	-3,03	9,15
56	91	Креативний	-	-	-	-
57	85	Продуктивний	-	-	-	-
58	92	Креативний	-	-	-	-
59	97	Креативний	-	-	-	-
60	87	Продуктивний	-	-	-	-
61	88	Продуктивний	-	-	-	-
62	97	Креативний	-	-	-	-
63	93	Креативний	-	-	-	-
64	64	Репродуктивний	64	4096	-2,03	4,10
65	80	Свідомий	-	-	-	-
66	83	Продуктивний	-	-	-	-
67	96	Креативний	-	-	-	-
68	94	Креативний	-	-	-	-
69	80	Свідомий	-	-	-	-
70	71	Репродуктивний	71	5041	4,97	24,75
71	75	Свідомий	-	-	-	-
72	100	Креативний	-	-	-	-
73	70	Репродуктивний	70	4900	3,97	15,80
74	80	Свідомий	-	-	-	-
75	60	Репродуктивний	60	3600	-6,03	36,30
76	88	Продуктивний	-	-	-	-
77	69	Репродуктивний	69	4761	2,97	8,85
78	87	Продуктивний	-	-	-	-
79	79	Свідомий	-	-	-	-
80	75	Свідомий	-	-	-	-
81	65	Репродуктивний	65	4225	-1,03	1,05
82	94	Креативний	-	-	-	-
83	70	Репродуктивний	70	4900	3,97	15,80

84	65	Репродуктивний	65	4225	-1,03	1,05
85	70	Репродуктивний	70	4900	3,97	15,80
86	62	Репродуктивний	62	3844	-4,03	16,20
87	92	Креативний	-	-	-	-
88	90	Креативний	-	-	-	-
89	82	Продуктивний	-	-	-	-
90	92	Креативний	-	-	-	-
91	60	Репродуктивний	60	3600	-6,03	36,30
92	93	Креативний	-	-	-	-
93	77	Свідомий	-	-	-	-
94	62	Репродуктивний	62	3844	-4,03	16,20
95	74	Свідомий	-	-	-	-
96	76	Свідомий	-	-	-	-
97	80	Свідомий	-	-	-	-
98	83	Продуктивний	-	-	-	-
99	92	Креативний	-	-	-	-
100	93	Креативний	-	-	-	-
101	70	Репродуктивний	70	4900	3,97	15,80
102	75	Свідомий	-	-	-	-
103	87	Продуктивний	-	-	-	-
104	91	Креативний	-	-	-	-
105	80	Свідомий	-	-	-	-
106	72	Репродуктивний	72	5184	5,97	35,70
107	72	Репродуктивний	72	5184	5,97	35,70
108	88	Продуктивний	-	-	-	-
109	97	Креативний	-	-	-	-
110	99	Креативний	-	-	-	-
111	78	Свідомий	-	-	-	-
112	72	Репродуктивний	72	5184	5,97	35,70
113	98	Креативний	-	-	-	-
114	84	Продуктивний	-	-	-	-

115	89	Продуктивний	-	-	-	-
116	80	Свідомий	-	-	-	-
117	61	Репродуктивний	61	3721	-5,03	25,25
118	68	Репродуктивний	68	4624	1,97	3,90
119	64	Репродуктивний	64	4096	-2,03	4,10
120	61	Репродуктивний	61	3721	-5,03	25,25
121	60	Репродуктивний	60	3600	-6,03	36,30
122	75	Свідомий	-	-	-	-
123	68	Репродуктивний	68	4624	1,97	3,90
124	96	Креативний	-	-	-	-
125	64	Репродуктивний	64	4096	-2,03	4,10
126	83	Продуктивний	-	-	-	-
127	86	Продуктивний	-	-	-	-
128	78	Свідомий	-	-	-	-
129	96	Креативний	-	-	-	-
130	95	Креативний	-	-	-	-
131	60	Репродуктивний	60	3600	-6,03	36,30
132	86	Продуктивний	-	-	-	-
133	69	Репродуктивний	69	4761	2,97	8,85
134	84	Продуктивний	-	-	-	-
135	80	Свідомий	-	-	-	-
136	84	Продуктивний	-	-	-	-
137	86	Продуктивний	-	-	-	-
138	86	Продуктивний	-	-	-	-
139	67	Репродуктивний	67	4489	0,97	0,95
140	83	Продуктивний	-	-	-	-
141	87	Продуктивний	-	-	-	-
142	65	Репродуктивний	65	4225	-1,03	1,05
143	91	Креативний	-	-	-	-
144	98	Креативний	-	-	-	-
145	98	Креативний	-	-	-	-

146	94	Креативний	-	-	-	-
147	88	Продуктивний	-	-	-	-
148	72	Репродуктивний	72	5184	5,97	35,70
149	83	Продуктивний	-	-	-	-
150	65	Репродуктивний	65	4225	-1,03	1,05
Сума балів, набраних студентами з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей			$\sum x_1$ 2641	$\sum x_1^2$ 175069		$\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2$ 696,98
Середня кількість балів усієї категорії студентів з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей			\bar{x}_1 66,03			

Додаток Т

ПРОТОКОЛ

**фіксації результатів підсумкового тестування рівня розвитку конструкторсько-технологічних здібностей
студентів експериментальних груп в кінці експерименту**

№ студента	Кількість балів	Рівень розвитку конструкторсько-технологічних здібностей	Бали, набрані студентами з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей (x_2)	x_2^2	$(x_2 - \bar{x}_2)$	$(x_2 - \bar{x}_2)^2$
1	92	Креативний	-	-	-	-
2	82	Продуктивний	-	-	-	-
3	78	Свідомий	-	-	-	-
4	83	Продуктивний	-	-	-	-
5	82	Продуктивний	-	-	-	-
6	85	Продуктивний	-	-	-	-
7	99	Креативний	-	-	-	-
8	93	Креативний	-	-	-	-
9	89	Продуктивний	-	-	-	-
10	87	Продуктивний	-	-	-	-
11	85	Продуктивний	-	-	-	-
12	86	Продуктивний	-	-	-	-
13	92	Креативний	-	-	-	-
14	87	Продуктивний	-	-	-	-
15	90	Креативний	-	-	-	-
16	86	Продуктивний	-	-	-	-
17	95	Креативний	-	-	-	-
18	85	Продуктивний	-	-	-	-
19	90	Креативний	-	-	-	-
20	91	Креативний	-	-	-	-
21	93	Креативний	-	-	-	-
22	76	Свідомий	-	-	-	-

23	76	Свідомий	-	-	-	-
24	78	Свідомий	-	-	-	-
25	95	Креативний	-	-	-	-
26	94	Креативний	-	-	-	-
27	85	Продуктивний	-	-	-	-
28	97	Креативний	-	-	-	-
29	95	Креативний	-	-	-	-
30	85	Продуктивний	-	-	-	-
31	100	Креативний	-	-	-	-
32	92	Креативний	-	-	-	-
33	91	Креативний	-	-	-	-
34	82	Продуктивний	-	-	-	-
35	85	Продуктивний	-	-	-	-
36	69	Репродуктивний	69	4761	0,25	0,06
37	66	Репродуктивний	66	4356	-2,75	7,56
38	91	Креативний	-	-	-	-
39	78	Свідомий	-	-	-	-
40	98	Креативний	-	-	-	-
41	79	Свідомий	-	-	-	-
42	93	Креативний	-	-	-	-
43	92	Креативний	-	-	-	-
44	86	Продуктивний	-	-	-	-
45	94	Креативний	-	-	-	-
46	92	Креативний	-	-	-	-
47	96	Креативний	-	-	-	-
48	97	Креативний	-	-	-	-
49	81	Свідомий	-	-	-	-
50	95	Креативний	-	-	-	-
51	89	Продуктивний	-	-	-	-
52	85	Продуктивний	-	-	-	-
53	92	Креативний	-	-	-	-

54	93	Креативний	-	-	-	-
55	92	Креативний	-	-	-	-
56	81	Свідомий	-	-	-	-
57	87	Продуктивний	-	-	-	-
58	83	Продуктивний	-	-	-	-
59	75	Свідомий	-	-	-	-
60	91	Креативний	-	-	-	-
61	93	Креативний	-	-	-	-
62	79	Свідомий	-	-	-	-
63	90	Креативний	-	-	-	-
64	93	Креативний	-	-	-	-
65	82	Продуктивний	-	-	-	-
66	78	Свідомий	-	-	-	-
67	95	Креативний	-	-	-	-
68	78	Свідомий	-	-	-	-
69	86	Продуктивний	-	-	-	-
70	78	Свідомий	-	-	-	-
71	92	Креативний	-	-	-	-
72	74	Свідомий	-	-	-	-
73	75	Свідомий	-	-	-	-
74	78	Свідомий	-	-	-	-
75	91	Креативний	-	-	-	-
76	92	Креативний	-	-	-	-
77	90	Креативний	-	-	-	-
78	80	Свідомий	-	-	-	-
79	76	Свідомий	-	-	-	-
80	81	Свідомий	-	-	-	-
81	95	Креативний	-	-	-	-
82	92	Креативний	-	-	-	-
83	94	Креативний	-	-	-	-
84	95	Креативний	-	-	-	-

85	94	Креативний	-	-	-	-
86	79	Свідомий	-	-	-	-
87	75	Свідомий	-	-	-	-
88	68	Репродуктивний	68	4624	-0,75	0,56
89	85	Продуктивний	-	-	-	-
90	79	Свідомий	-	-	-	-
91	74	Свідомий	-	-	-	-
92	89	Продуктивний	-	-	-	-
93	94	Креативний	-	-	-	-
94	82	Продуктивний	-	-	-	-
95	92	Креативний	-	-	-	-
96	96	Креативний	-	-	-	-
97	76	Свідомий	-	-	-	-
98	84	Продуктивний	-	-	-	-
99	74	Свідомий	-	-	-	-
100	65	Репродуктивний	65	4225	-3,75	14,06
101	79	Свідомий	-	-	-	-
102	94	Креативний	-	-	-	-
103	75	Свідомий	-	-	-	-
104	69	Репродуктивний	69	4761	0,25	0,06
105	75	Свідомий	-	-	-	-
106	66	Репродуктивний	66	4356	-2,75	7,56
107	83	Продуктивний	-	-	-	-
108	92	Креативний	-	-	-	-
109	96	Креативний	-	-	-	-
110	86	Продуктивний	-	-	-	-
111	71	Репродуктивний	71	5041	2,25	5,06
112	100	Креативний	-	-	-	-
113	90	Креативний	-	-	-	-
114	83	Продуктивний	-	-	-	-
115	70	Репродуктивний	70	4900	1,25	1,56

116	69	Репродуктивний	69	4761	0,25	0,06
117	75	Свідомий	-	-	-	-
118	71	Репродуктивний	71	5041	2,25	5,06
119	68	Репродуктивний	68	4624	-0,75	0,56
120	97	Креативний	-	-	-	-
121	91	Креативний	-	-	-	-
122	83	Продуктивний	-	-	-	-
123	86	Продуктивний	-	-	-	-
124	85	Продуктивний	-	-	-	-
125	90	Креативний	-	-	-	-
126	91	Креативний	-	-	-	-
127	75	Свідомий	-	-	-	-
128	77	Свідомий	-	-	-	-
129	87	Продуктивний	-	-	-	-
130	98	Креативний	-	-	-	-
131	73	Репродуктивний	73	5329	4,25	18,06
132	75	Свідомий	-	-	-	-
133	82	Продуктивний	-	-	-	-
134	89	Продуктивний	-	-	-	-
135	86	Продуктивний	-	-	-	-
136	91	Креативний	-	-	-	-
137	90	Креативний	-	-	-	-
138	90	Креативний	-	-	-	-
139	86	Продуктивний	-	-	-	-
140	85	Продуктивний	-	-	-	-
Сума балів, набраних студентами з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей			$\sum x_2$ 825	$\sum x_2^2$ 56779		$\sum (x_2 - \bar{x}_2)^2$ 60,25
Середня кількість балів усієї категорії студентів з репродуктивним рівнем розвитку конструкторсько-технологічних здібностей			\bar{x}_2 68,75			

Додаток Ф

Довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3
тел. (0432) 46-00-03, email: office@vsau.org, rector@vsau.org

“ 8 ” *листопада* 2014 р. № *12-48-2268*
на № _____ від _____

За місцем вимоги

ДОВІДКА

про впровадження основних положень дисертаційної роботи
Головні Вячеслава Дмитровича на тему «Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах»

Кафедра загальнотехнічних дисциплін та охорони праці впродовж 2013-2014 рр. здійснювала апробацію та впровадження результатів дисертаційного дослідження Головні В.Д. під час вивчення курсів "Нарисна геометрія з основами графіки", «Інженерна графіка», «Комп'ютерна графіка» у Вінницькому національному аграрному університеті студентами спеціальностей 6.090102 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 6.050503 – Машинобудування, 6.100202 – Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва.

У ході експериментальної перевірки взяли участь 186 студентів і 5 викладачів, під час якої доведено ефективність запропонованих педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців у процесі навчання геометричного моделювання із застосуванням сучасних систем автоматизованого проектування (САПР).

Довідку про апробацію і впровадження результатів дисертаційного дослідження Головні В.Д. розглянуто і затверджено на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці факультету механізації сільського господарства (протокол № 2 від 22. 09. 2014 р.).

Перший проректор

О.С.Яремчук

Завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін
та охорони праці
к.т.н., доцент

О.В.Солона



№ 02798



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr State Technological University

10015, м. Житомир, вул. Черняхівського, 103,
 103, Chernyakhovsky str., Zhytomyr, 10005, Ukraine
 tel./fax (0412) 24-14-22, 24-14-23, e-mail: rector@zstu.edu.ua

«22» грудня 2014 р.

№ 44-45/2022

ДОВІДКА

про впровадження основних положень дисертаційної роботи
 Головні Вячеслава Дмитровича
 на тему «Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі
 навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних
 навчальних закладах»

Упродовж 2012–2014 рр. Головні В.Д. відповідно до проблематики дисертаційного дослідження, здійснював науково-педагогічне експериментальне дослідження і впровадження його результатів у ЖДТУ на кафедрі загальноінженерних дисциплін факультету інженерної механіки зі студентами напрямів підготовки: 6.050202 «Інженерна механіка», 6.050503 «Машинобудування» та 6.070106 «Автомобільний транспорт» під час вивчення дисципліни «Комп'ютерне конструювання та моделювання». Кафедра стала базовим експериментальним майданчиком, оскільки Головні В.Д. є старшим викладачем вище вказаної кафедри.

Головні В.Д. теоретично обґрунтував, розробив та експериментально підтвердив ефективність інноваційної педагогічної методики розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців з використанням сучасних систем автоматизованого проектування (САПР).

За результатами апробації встановлено, що дотримання наступності у навчанні комп'ютерного геометричного моделювання, починаючи з опановування його в ЗОНЗ і впровадження у навчальний процес ВНЗ комплексних конструкторсько-технологічних задач та вирішення їх студентами засобами САПР дозволило: підвищити рівень професійної підготовки студентів із залученням раніше набутих знань, умінь і навичок; зберегти отримані студентами професійні навички на більш тривалий період шляхом формування у них асоціативно-рефлекторних зв'язків; виявити та розвинути креативний потенціал студентів; стимулювати їх пізнавальну активність. Все вище викладене сприяло формуванню належного рівня конструкторсько-технологічних здібностей та всебічному розвитку майбутнього інженерно-технічного фахівця.

Проведена робота дозволяє зробити висновок про те, що дисертаційне дослідження В.Д. Головні є актуальним, його результати доцільно впроваджувати до навчально-виховного процесу вищих технічних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації.

Протокол засідання кафедри загальноінженерних дисциплін № 5 від 12.12.2014 року.

Довідка надана для подання за місцем вимоги.

Перший проректор ЖДТУ,
 доктор економічних наук, професор



Завідувач кафедри
 загальноінженерних дисциплін,
 доктор педагогічних наук, професор

О.В. Олійник

Г.О. Райковська



ЖИТОМИРСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

10014 м. Житомир, вул. Михайлівська, 15, тел. 47-36-89

від 23.12.14 № 01-699

ДОВІДКА

про впровадження основних положень дисертаційної роботи
Головні Вячеслава Дмитровича на тему «Розвиток конструкторсько-технологічних
здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у
вищих технічних навчальних закладах»

Розроблена автором інноваційна методика реалізації міжпредметних зв'язків у освітніх галузях «Математика», «Технології» засобами інформаційно-комп'ютерних технологій, а саме використанням систем автоматизованого проектування (САПР) впроваджувалась у Житомирському обласному інституті післядипломної педагогічної освіти протягом 2013–2014 рр. Апробація та впровадження втілювалися на кафедрі педагогіки та андрагогіки серед слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів з трудового навчання, креслення.

За результатами апробації встановлено, що впровадження у навчальний процес загальноосвітніх закладів запропонованої методики побудови міжпредметних зв'язків з використанням сучасних САПР відповідає вимогам «Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» згідно з яким формування інформаційно-комунікаційної, міжпредметної та предметно-технологічної компетентностей підпорядковується реалізації загальних завдань освітніх галузей «Математика» і «Технології», що здійснюється на всіх ступенях школи. Запропонована методика активізує політехнічний розвиток учнівської молоді, ознайомлює її з основами техніки, сучасними перспективними технологіями, а також готує їх до подальшого навчання у вищих технічних навчальних закладах.

Проведена робота дозволяє зробити висновок про те, що дисертаційне дослідження В.Д. Головні є актуальним, його результати доцільно впроваджувати до навчально-виховного процесу загальноосвітніх та вищих закладів.

Протокол засідання кафедри педагогіки та андрагогіки № 10 від 15 грудня 2014 р.

Довідка надана для подання за місцем вимоги.

Ректор Житомирського обласного
інституту післядипломної педагогічної
освіти, д.пед.н., доцент



І.І. Смагін

ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Україна
10008, м. Житомир
бульвар Старий, 7
тел. (0412) 37-49-31
факс: (0412) 22-14-02
e-mail: ecos@znau.edu.ua



ZHYTOMYR NATIONAL
AGROECOLOGICAL UNIVERSITY

7, Stary Blvd,
10008, Zhytomyr,
Ukraine
phone: +380 (412) 37-49-31
fax: +380 (412) 22-14-02
e-mail: ecos@znau.edu.ua

*Вих. з 1957
fig 24.12.14р*

ДОВІДКА

про впровадження основних положень дисертаційної роботи
Головні Вячеслава Дмитровича на тему «Розвиток конструкторсько-технологічних
здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у
вищих технічних навчальних закладах»

На кафедрі комп'ютерних технологій і моделювання систем Житомирського національного агроєкологічного університету впродовж 2013–2014 рр. здійснювалась апробація та впровадження результатів дисертаційного дослідження Головні Вячеслава Дмитровича на тему: «Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах».

Одне з головних завдань дисертаційного дослідження полягало в організації та проведенні наукового експерименту, відповідно до визначених педагогічних умов розвитку конструкторсько-технологічних здібностей із застосуванням сучасних систем автоматизованого проектування (САПР), а також опрацювання результатів експериментального дослідження з метою виявлення та підтвердження переваг запропонованих умов.

До наукового експерименту було залучено 42 студенти (дві однорідні за своїм складом групи). Науково-педагогічний експеримент передбачав проведення занять з навчальної дисципліни «Комп'ютери та комп'ютерні технології» для студентів I курсу напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва».

Використання запропонованих педагогічних умов у процесі навчання студентів та їх вдале поєднання з традиційними методами і засобами навчання сприяло активізації конструкторсько-технологічних здібностей студентів, набуттю професійних умінь і навичок роботи з САПР.

Проведена робота дозволяє зробити висновок про те, що дисертаційне дослідження Головні В.Д. є актуальним, його результати доцільно впроваджувати у навчально-виховний процес вищих технічних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Головні В.Д. на тему «Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах» затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем (протокол №8 від 16.12.2014 р.).

Довідка надана для подання за місцем вимоги.

Завідувач кафедри
комп'ютерних технологій
і моделювання систем, к.т.н., доц.

В.о. ректора, проректор
з наукової роботи
та інноваційного розвитку, д.е.н., доц.



Ю.Б. Бродський

О.В. Скидан

001539



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028, тел. (0362)22-10-86, факс (0362) 22-21-97, mail@nuwm.rv.ua

Від 28.09.2015 № 009-159

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Головні Вячеслава Дмитровича

«Розвиток конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах»

У Національному університеті водного господарства та природокористування впродовж 2012-2014 н.р. впроваджено результати дослідження Головні Вячеслава Дмитровича з проблеми: «Розвитку конструкторсько-технологічних здібностей студентів у процесі навчання комп'ютерного конструювання та моделювання у вищих технічних навчальних закладах». До експерименту було залучено студентів за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування». Результати підтвердили актуальність і практичну значущість дослідження.

У практику роботи університету впроваджено інноваційну методикку з розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців у процесі навчання геометричного моделювання із застосуванням сучасних систем автоматизованого проектування (САПР) під час вивчення курсу «Нарисна геометрія, інженерна та машинна графіка».

Проведене дослідження сприяло формуванню нових підходів щодо вирішення проблеми якості технічної освіти, які спрямовані на формування висококваліфікованих, конкурентоспроможних майбутніх фахівців на ринку праці, а також здатних до компетентної, відповідальної й ефективної діяльності; забезпечення цілісності в оволодінні студентами сучасним змістом освіти; набуття ними систематизованих конструкторсько-технологічних знань, умінь і навичок із навчальних предметів технічного напрямку в ВТНЗ.

Відповідно з міжнародними вимогами до професійних та універсальних здібностей випускників вищих технічних навчальних закладів, що засвоїли освітні програми в області техніки та технологій, повинні бути підготовленими до вирішення комплексних інженерних задач та до ведення самостійної професійної діяльності (виконання важливої інженерної – конструкторсько-технологічної роботи).

За результатами дослідження було встановлено, що впровадження у навчальний процес запропонованої технології розвитку конструкторсько-технологічних здібностей, яка включає: інноваційну науково-експериментальну роботу в загальноосвітніх навчальних закладах; виконання практичних робіт з курсу «Нарисна геометрія, інженерна і комп'ютерна графіка» та комплексу завдань із конструювання і моделювання виробів засобами геометричного моделювання із використанням сучасних САПР; стимулює пізнавальну активність студентів, формує належний рівень конструкторсько-технологічних здібностей, сприяє всебічному розвитку майбутнього інженерно-технічного фахівця.

Розроблена Головня В.Д. методика розвитку конструкторсько-технологічних здібностей майбутніх інженерно-технічних фахівців може бути застосована під час навчально-виховного процесу в споріднених ВТНЗ.

Проректор з наукової роботи
та міжнародних зв'язків
Національного університету водного
господарства та природокористування,
доктор економічних наук, професор



Н.Б. Савіна